

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50942 – 2014

盐渍土地区建筑技术规范

Technical code for building in saline soil regions

2014 – 05 – 16 发布

2015 – 02 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

盐渍土地区建筑技术规范

Technical code for building in saline soil regions

GB/T 50942 - 2014

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 5 年 2 月 1 日

中国计划出版社

2014 北 京

中华人民共和国国家标准
盐渍土地建筑技术规范

GB/T 50942-2014

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 4.25印张 106千字

2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷

☆

统一书号: 1580242·506

定价: 26.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 417 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《盐渍土地地区建筑技术规范》的公告

现批准《盐渍土地地区建筑技术规范》为国家标准，编号为 GB/T 50942—2014，自 2015 年 2 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 5 月 16 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知(建标〔2009〕88号)》的要求,由合肥工业大学、中建三局第三建筑工程有限责任公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国内标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制本规范。

本规范共分8章和7个附录,主要内容包括:总则、术语和符号、基本规定、勘察、设计、施工、地基处理、质量检验与维护等。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,由合肥工业大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送合肥工业大学(地址:合肥市屯溪路193号,邮政编码:230009),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:合肥工业大学

中建三局第三建筑工程有限责任公司

参 编 单 位:中国建筑科学研究院

中国石油集团工程设计有限公司

国机集团机械工业勘察设计研究院

中交第一公路勘察设计研究院有限公司

新疆维吾尔自治区建筑设计研究院

新疆城乡岩土工程勘察设计研究院

建设综合勘察研究设计院有限公司

胜利油田胜利勘察设计研究院有限公司

中国能源建设集团安徽省电力设计院

中航勘察设计研究院有限公司

河海大学

新疆农业大学

山东科技大学

长安大学

甘肃省建筑设计研究院

主要起草人:杨成斌 何 穆 杨 军 张 炜 陈情来

张留俊 赵祖禄 张卫明 张长城 汪 海

郭明田 李传滨 张建青 吴春萍 王保田

王大军 张远芳 丁 冰 高江平 王 伟

黄兴怀 高 盟 耿鹤良 周亮臣 顾宝和

张苏民 钱力航

主要审查人:顾晓鲁 滕延京 高永强 高文生 刘汉龙

张振拴 柳建国 刘国楠 郭书太 但新惠

余雄飞

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	基本规定	(6)
4	勘 察	(10)
4.1	一般规定	(10)
4.2	溶陷性评价	(13)
4.3	盐胀性评价	(15)
4.4	腐蚀性评价	(16)
5	设 计	(20)
5.1	一般规定	(20)
5.2	防水排水设计	(21)
5.3	建筑与结构设计	(23)
5.4	防腐设计	(25)
6	施 工	(28)
6.1	一般规定	(28)
6.2	防水排水工程施工	(29)
6.3	基础与结构工程施工	(31)
6.4	防腐工程施工	(31)
7	地基处理	(34)
7.1	一般规定	(34)
7.2	地基处理方法	(34)
8	质量检验与维护	(41)

8.1 质量检验	(41)
8.2 监测与维护	(44)
附录 A 盐渍土物理性质指标测定方法	(46)
附录 B 粗粒土易溶盐含量测定方法	(49)
附录 C 盐渍土地基浸水载荷试验方法	(50)
附录 D 盐渍土溶陷系数室内试验方法	(53)
附录 E 硫酸盐渍土盐胀性现场试验方法	(57)
附录 F 硫酸盐渍土盐胀性室内试验方法	(60)
附录 G 盐渍土浸水影响深度测定方法	(62)
本规范用词说明	(64)
引用标准名录	(65)
附:条文说明	(67)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(6)
4	Investigation	(10)
4.1	General requirements	(10)
4.2	Saline soil resolving slump evaluation	(13)
4.3	Saline soil expansion evaluation	(15)
4.4	Saline soil corrosivity evaluation	(16)
5	Design	(20)
5.1	General requirements	(20)
5.2	Waterproofing & drainage design	(21)
5.3	Architecture and structural design	(23)
5.4	Proof-corrosion design	(25)
6	Construction	(28)
6.1	General requirements	(28)
6.2	Waterproofing & drainage construction	(29)
6.3	Base and structure construction	(31)
6.4	Proof-corrosion construction	(31)
7	Saline soil foundation treatment	(34)
7.1	General requirements	(34)
7.2	Common foundation treatment method	(34)
8	Quality inspection and maintenance	(41)

8.1 Construction quality inspection	(41)
8.2 Monitor and maintenance	(44)
Appendix A: Test method of physical property index of saline soil	(46)
Appendix B: Salinity test method of coarse-grained soil	(49)
Appendix C: Load test method of saline soil foundation	(50)
Appendix D: Laboratory test method of coefficient of salt resolving slump	(53)
Appendix E: Site test method of coefficient of salt expansion	(57)
Appendix F: Laboratory test method of coefficient of salt expansion	(60)
Appendix G: Test method of soaking depth	(62)
Explanation of wording in this code	(64)
List of quoted standards	(65)
Addition; Explanation of provisions	(67)

1 总 则

1.0.1 为使盐渍土地区的建筑工程符合安全可靠、技术先进、经济合理、保护环境的要求,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于盐渍土地区建筑工程的勘察、设计、施工、质量检测与维护。

1.0.3 盐渍土地区的工程建设应坚持因地制宜、以防为主、防治结合、综合治理的原则,根据各地盐渍土的特性,结合地形、地貌、地层岩性、水文、气候和环境等因素,做到周密勘察、慎重设计、严格施工、精心维护。

1.0.4 盐渍土地区的建筑工程除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 盐渍土 saline soil

易溶盐含量大于或等于 0.3% 且小于 20%，并具有溶陷或盐胀等工程特性的土。

2.1.2 粗颗粒盐渍土 coarse particle saline soil

洗盐后，按土颗粒粒径组成定名为粗粒土的盐渍土。

2.1.3 细颗粒盐渍土 fine particle saline soil

洗盐后，按土颗粒粒径组成定名为细粒土的盐渍土。

2.1.4 盐渍化 salinization

土体中盐分的迁移和积聚，并最终达到一定的含盐量的过程。

2.1.5 次生盐渍化 secondary salinization

由于人类活动而引起的土盐渍化的过程。

2.1.6 盐渍土地基 saline soil foundation

主要受力层由盐渍土组成的地基。

2.1.7 盐渍土场地 saline soil field

由盐渍土地基和周边的盐渍土环境组成的建筑场地。

2.1.8 溶解度 solubility

在一定温度下，某固态盐在 100g 水中达到饱和状态时所溶解的质量。

2.1.9 含盐量 salinity content

土中所含盐的质量与土颗粒质量之比。

2.1.10 含液量 saline solution content

土中所含盐溶液的质量与土颗粒质量之比。

2.1.11 易溶盐 soluble salt

易溶于水的盐类,主要指氯盐、碳酸钠、碳酸氢钠、硫酸钠、硫酸镁等,在 20℃时,其溶解度约为 9%~43%。

2.1.12 中溶盐 medium dissolved salt

中等程度可溶于水的盐类,主要指硫酸钙,在 20℃时,其溶解度约为 0.2%。

2.1.13 难溶盐 insoluble salt

难溶于水的盐类,主要指碳酸钙,在 20℃时,其溶解度约为 0.0014%。

2.1.14 溶陷 collapsibility

因水对土中盐类的溶解和迁移作用而产生的土体沉陷。

2.1.15 溶陷系数 coefficient of collapsibility

单位厚度的盐渍土的溶陷量。

2.1.16 盐胀 salt expansion

盐渍土因温度或含水量变化而产生的土体体积增大。

2.1.17 盐胀系数 coefficient of salt expansion

单位厚度的盐渍土的盐胀量。

2.1.18 盐化法 salinization method

用饱和盐水灌入地基,以减小盐渍土溶陷性的地基处理方法。

2.1.19 隔断层 separation layer

由高止水材料或不透水材料构成的隔断毛细水运移的结构层。

2.1.20 保护层 protective layer

为保护隔断层不被破坏失效而在隔断层上(下)铺设的过渡层。

2.1.21 毛细水强烈上升高度 capillary water lifting height

受地下水直接补给的毛细水上升高度。

2.2 符 号

2.2.1 几何与变形:

b ——条形基础的宽度;

- b' ——砂石垫层底宽；
 d_e ——有效排水直径；
 d_w ——竖井直径；
 Δh ——年度盐胀量；
 h_0 ——盐渍土不扰动土样的原始高度；
 h_i ——第 i 层土的厚度；
 h_{jr} ——浸润深度；
 h_p ——压力 P 作用下变形稳定后土样高度；
 h'_p ——压力 P 作用下浸水溶滤变形稳定后土样高度；
 Δh_p ——压力 P 作用下浸水变形稳定前后土样高度差；
 h_{yz} ——有效盐胀区厚度；盐胀深度；
 n ——基础底面以下可能产生溶陷的盐渍土的层数；
 $[s]$ ——建(构)筑物地基变形允许值；
 s_0 ——地基在不浸水状态的变形值；
 Δs_{i-1} 、 Δs_i ——第 i 层顶面和底面在浸水前后的沉降差；
 S_0 ——盐胀前平均路面高程；
 S_{max} ——平均最大盐胀量高程；
 s_{rx} ——盐渍土地基的总溶陷量计算值；
 s_{yz} ——盐渍土地基的总盐胀量计算值；总盐胀量；
 V_d ——试样体积；
 z ——砂石垫层的厚度；
 δ_{rx} ——溶陷系数；
 $\bar{\delta}_{rx}$ ——平均溶陷系数；
 δ_{rxi} ——室内试验测定的第 i 层土的溶陷系数；
 δ_{yz} ——盐胀系数；
 $\bar{\delta}_{yz}$ ——平均盐胀系数；
 δ_{yzi} ——室内试验测定的第 i 层土的盐胀系数；
 θ ——垫层压力扩散角。

2.2.2 物理性质：

B ——土中水的含盐量；
 C ——试样的含盐量；
 m' ——蜡封试样在纯水中的质量；
 m_0 ——称量试样质量；
 m_d ——计算试样质量；
 m_w ——蜡封试样质量；
 T_d ——土基内平均最低温度；
 T_q ——冬季平均最低气温；
 w ——含水量；
 w_B ——含液量；
 ρ_0 ——试样的湿密度；
 ρ_d ——试样的干密度；
 ρ_{dmax} ——试样的最大干密度；
 ρ_w ——蜡的密度；
 ρ_{w_t} ——纯水在温度 t 时的密度。

2.2.3 其他：

a, b ——土层温度系数；
 DI ——干燥度；
 E ——蒸发量；
 r ——降水量；
 K_G ——与土性有关的经验系数；
 $\sum t$ ——日平均气温不低于 10°C 时期内的积温。

3 基本规定

3.0.1 在盐渍土地区宜选择溶陷性、盐胀性、腐蚀性弱的场地进行建设,并避开水环境和地质环境变化大的地段,且应对建设项目的使用环境作出限定。

3.0.2 盐渍土地地上的各类建筑工程,在勘察、设计、施工、使用和维护期间,均应根据盐渍土的溶陷、盐胀和腐蚀程度,采取措施确保建筑工程的使用功能、安全性、稳定性和耐久性。位于盐渍土地区的非盐渍土地基,应防止盐分迁移导致的工程问题。

3.0.3 盐渍土按盐的化学成分分类时,应符合表 3.0.3 的规定。

表 3.0.3 盐渍土按盐的化学成分分类

盐渍土名称	$\frac{c(\text{Cl}^-)}{2c(\text{SO}_4^{2-})}$	$\frac{2c(\text{CO}_3^{2-})+c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{Cl}^-)+2c(\text{SO}_4^{2-})}$
氯盐渍土	>2.0	—
亚氯盐渍土	>1.0, ≤2.0	—
亚硫酸盐渍土	>0.3, ≤1.0	—
硫酸盐渍土	≤0.3	—
碱性盐渍土	—	>0.3

注: $c(\text{Cl}^-)$ 、 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 、 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 、 $c(\text{HCO}_3^-)$ 分别表示氯离子、硫酸根离子、碳酸根离子、碳酸氢根离子在 0.1kg 土中所含毫摩尔数,单位为 mmol/0.1kg。

3.0.4 盐渍土按含盐量分类时,应符合表 3.0.4 的规定。

表 3.0.4 盐渍土按含盐量分类

盐渍土名称	盐渍土层的平均含盐量(%)		
	氯盐渍土及亚氯盐渍土	硫酸盐渍土及亚硫酸盐渍土	碱性盐渍土
弱盐渍土	$\geq 0.3, < 1.0$	—	—
中盐渍土	$\geq 1.0, < 5.0$	$\geq 0.3, < 2.0$	$\geq 0.3, < 1.0$
强盐渍土	$\geq 5.0, < 8.0$	$\geq 2.0, < 5.0$	$\geq 1.0, < 2.0$
超盐渍土	≥ 8.0	≥ 5.0	≥ 2.0

3.0.5 盐渍土按土颗粒粒径组成可分为粗颗粒盐渍土和细颗粒盐渍土,对其含盐量应按本规范附录 A、附录 B 规定的测试方法进行测定。

3.0.6 盐渍土场地应根据地基土含盐量、含盐类型、水文与水文地质条件、地形、气候、环境等因素按表 3.0.6 划分为简单、中等复杂和复杂三类场地。

表 3.0.6 盐渍土场地类型分类

场地类型	条 件
复杂场地	①平均含盐量为强或超盐渍土;②水文和水文地质条件复杂;③气候条件多变,正处于积盐或褪盐期
中等复杂场地	①平均含盐量为中盐渍土;②水文和水文地质条件可预测;③气候条件、环境条件单向变化
简单场地	①平均含盐量为弱盐渍土;②水文和水文地质条件简单;③气候环境条件稳定

注:场地划分应从复杂向简单推定,以最先满足的为准;每类场地满足相应的单个或多个条件均可。

3.0.7 盐渍土地区的建筑工程应根据其规模、性质、重要性、破坏后果以及对盐渍土的溶陷、盐胀、腐蚀特性的敏感程度、场地复杂程度等划分地基基础设计等级,并应符合表 3.0.7 的规定。

表 3.0.7 盐渍土地地区地基基础设计等级

设计等级	建筑和地基类型
甲级	重要的工业与民用建筑物;30层以上的高层建筑;体型复杂,层数相差超过10层的高低层连成一体建筑物;大面积的多层地下建筑物(如地下车库、商场、运动场等);对于地基变形有特殊要求的建筑物;复杂地质条件下的坡上建筑物(包括高边坡);对原有工程影响较大的新建建筑物;场地和地基条件复杂的一般建筑物;位于复杂地质条件下及软土地区的2层及2层以上地下室的基坑工程;开挖深度大于15m的基坑工程;周边环境条件复杂、环境保护要求高的基坑工程
乙级	除甲级、丙级以外的工业与民用建筑物;除甲级、丙级以外的基坑工程
丙级	场地和地基条件简单、荷载分布均匀的7层及7层以下民用建筑及一般工业建筑;次要的轻型建筑物;非软土地区且场地地质条件简单、基坑周边环境条件简单、环境保护要求不高且开挖深度小于5.0m的基坑工程

3.0.8 盐渍土地地区的建筑工程应评价水、温度、湿度等环境条件对盐渍土地基的影响,并提出处理措施的建议。

3.0.9 根据工程实施前后环境条件的变化和工程使用过程中的环境条件,盐渍土地基可分为A类使用环境和B类使用环境:

1 A类使用环境:工程实施前后和工程使用过程中不会发生大的环境变化,能保持盐渍土地基的天然结构状态,地基受淡水侵蚀的可能性小或能够有效防止淡水侵蚀。

2 B类使用环境:工程实施前后和工程使用过程中会发生较大的环境变化,盐渍土地基受淡水侵蚀的可能性大,且难以防范。

3.0.10 保护盐渍土地基使用环境的工程措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时交付使用。

3.0.11 对复杂场地和中等复杂场地盐渍土地基上的设计等级为甲级和乙级的建(构)筑物宜进行长期变形观察和基础腐蚀程度观察。

3.0.12 对非盐胀和非溶陷性盐渍土地基,除应采取防腐蚀措施外,可按非盐渍土地基对待。

4 勘 察

4.1 一 般 规 定

4.1.1 盐渍土地地区的岩土工程勘察应符合下列规定：

- 1 收集当地的气象资料和水文资料；
- 2 调查场地及附近盐渍土地地区地表植被种属、发育程度及分布特点；
- 3 调查场地及附近盐渍土地地区工程建设经验和既有建(构)筑物使用、损坏情况；
- 4 查明盐渍土的成因、分布、含盐类型和含盐量；
- 5 查明地表水的径流、排泄和积聚情况；
- 6 查明地下水类型、埋藏条件、水质、水位、毛细水上升高度及季节性变化规律；
- 7 测定盐渍土的物理和力学性质指标；
- 8 评价盐渍土地基的溶陷性及溶陷等级；
- 9 评价盐渍土地基的盐胀性及盐胀等级；
- 10 评价环境条件对盐渍土地基的影响；
- 11 评价盐渍土对建筑材料的腐蚀性；
- 12 测定天然状态和浸水条件下的地基承载力特征值；
- 13 提出地基处理方案及防护措施的建议。

4.1.2 盐渍土地地区的勘察阶段可分为可行性研究勘察阶段、初步勘察阶段和详细勘察阶段，各阶段勘察应符合下列规定：

1 可行性研究勘察阶段：应通过现场踏勘，工程地质调查和测绘，收集有关自然条件、盐渍土危害程度与治理经验等资料，初步查明盐渍土的分布范围、盐渍化程度及其变化规律，为建筑场地选择提供必要的资料；

2 初步勘察阶段:应通过详细的地形、地貌、植被、气象、水文、地质、盐渍土病害等的调查,配合必要的勘探、现场测试、室内试验,查明场地盐渍土的类型、盐渍化程度、分布规律及对建(构)筑物可能产生的作用效应,提出盐渍土地基设计参数、地基处理和防护的初步方案;

3 详细勘察阶段:在初步勘察的基础上详细查明盐渍土地基的含盐性质、含盐量、盐分分布规律、变化趋势等,并根据各单项工程地基的盐渍土类型及含盐特点,进行岩土工程分析评价,提出地基综合治理方案;

4 对场地面积不大,地质条件简单或有建筑经验的地区,可简化勘察阶段,但应符合初步勘察和详细勘察两个阶段的要求;

5 对工程地质条件复杂或有特殊要求的建(构)筑物,宜进行施工勘察或专项勘察。

4.1.3 盐渍土地各勘察阶段勘探点的数量、间距和深度应符合下列规定:

1 在详细勘察阶段,每幢独立建(构)筑物的勘探点不应少于3个;取不扰动土样勘探点数不应少于总勘探点数的1/3;勘探点中应有一定数量的探井(槽);初勘阶段的勘探点应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的规定。

2 勘探点间距应根据建(构)筑物的等级和盐渍土地场的复杂程度按表4.1.3确定。

表 4.1.3 勘探点间距(m)

场地复杂程度	可行性研究勘察阶段	初步勘察阶段	详细勘察阶段
简单场地	—	75~200	30~50
中等复杂场地	100~200	40~100	15~30
复杂场地	50~100	30~50	10~15

3 勘探深度应根据盐渍土层的厚度、建(构)筑物荷载大小与重要性及地下水位等因素确定,以钻穿盐渍土层或至地下水位以下2m~3m为宜,且不应小于建(构)筑物地基压缩层

计算深度。当盐渍土层厚度很大时,宜有一定量的勘探点钻穿盐渍土层。

4.1.4 盐渍土试样的采取应符合下列规定:

1 对扰动土试样的采取,其取样间距为:在深度小于5m时,应为0.5m;在深度为5m~10m时,应为1.0m;在深度大于10m时,应为2.0m。

2 对不扰动土试样的采取,应从地表处开始,在10m深度内取样间距应为1.0m~2.0m,在10m深度以下应为2.0m~3.0m,初步勘察取大值,详细勘察取小值;在地表、地层分界处及地下水附近应加密取样。

3 对于细粒土,扰动土试样的重量不应少于500g;对于粗粒土,粒径小于2mm的颗粒的重量不应少于500g,粒径小于5mm的颗粒的重量不应少于1000g;非均质土样不应少于3000g。

4.1.5 在进行盐渍土物理性质试验时,应分别测定天然状态和洗除易溶盐后的物理性质指标。各项指标的测试除应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123的规定外,尚应符合本规范附录A、附录B的有关规定。对以中溶盐为主的盐渍土,也宜测定洗盐后的物理性质指标。

4.1.6 盐渍土的化学成分分析应按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123执行,试验应包含下列内容:

1 pH值、易溶盐含量、中溶盐含量、总盐量;

2 易溶盐中的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 离子含量;

3 中溶盐 CaSO_4 的含量。

4.1.7 盐渍土地勘时,在勘察深度范围内有地下水时,应取地下水试样进行室内试验,取样数量每一建筑场地不得少于3件,每件不少于1000mL;各项指标的测试应按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123执行,室内试验应包含下列内容:

1 pH值、总矿化度、总碱度、蒸发残渣;

2 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 OH^- 、游离 CO_2 、侵蚀性 CO_2 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 等离子含量。

4.1.8 盐渍土地勘时,应确定毛细水强烈上升高度。设计等级为甲级的建(构)筑物宜实测毛细水强烈上升高度,设计等级为乙级、丙级的建(构)筑物可按表 4.1.8 的规定取值。

表 4.1.8 各类土毛细水强烈上升高度经验值

土的名称	毛细水强烈上升高度(m)
含砂黏土	3.00~4.00
含黏砂土	1.90~2.50
粉砂	1.40~1.90
细砂	0.90~1.20
中砂	0.50~0.80
粗砂	0.20~0.40

4.1.9 对地下水位变化幅度较大或变化趋势对建(构)筑物不利的地段,应从初步勘察阶段开始对地下水位动态进行长期观测。

4.1.10 盐渍土地附近地表水时,应采取地表水试样进行分析,分析内容应与本规范第 4.1.7 条相同,并宜对地表水体的水质进行长期监测。

4.2 溶陷性评价

4.2.1 当碎石土盐渍土、砂土盐渍土以及粉土盐渍土的湿度为饱和,黏性土盐渍土状态为软塑~流塑,且工程的使用环境条件不变时,可不计溶陷性对建(构)筑物的影响。

4.2.2 当初步判定为溶陷性土时,应根据现场土体类型、场地复杂程度、工程重要性等级,采用下列方法测定盐渍土的溶陷系数:

- 1 本规范附录 C 规定的现场浸水载荷试验法;
- 2 本规范附录 D 规定的室内压缩试验法;

3 当无条件进行现场浸水载荷试验和室内压缩试验时,可采用本规范附录 D 规定的液体排开法。

4.2.3 对于设计等级为甲级、乙级的建(构)筑物,每一建设场区或同一地质单元均应进行不少于 3 处测定溶陷系数的浸水载荷试验;对于设计等级为丙级的建(构)筑物,可采用室内溶陷性试验。

4.2.4 当溶陷系数(δ_{rx})大于或等于 0.01 时,应判定为溶陷性盐渍土。根据溶陷系数的大小可将盐渍土的溶陷程度分为下列三类:

- 1 当 $0.01 < \delta_{rx} \leq 0.03$ 时,溶陷性轻微;
- 2 当 $0.03 < \delta_{rx} \leq 0.05$ 时,溶陷性中等;
- 3 当 $\delta_{rx} > 0.05$ 时,溶陷性强。

4.2.5 盐渍土地基的总溶陷量(s_{rx})除可按本规范附录 C 的方法直接测定外,也可按下式计算:

$$s_{rx} = \sum_{i=1}^n \delta_{rx_i} h_i (i = 1, \dots, n) \quad (4.2.5)$$

式中: s_{rx} ——盐渍土地基的总溶陷量计算值(mm);

δ_{rx_i} ——室内试验测定的第 i 层土的溶陷系数;

h_i ——第 i 层土的厚度(mm);

n ——基础底面以下可能产生溶陷的土层层数。

4.2.6 盐渍土地基的溶陷等级分为三级。溶陷等级的确定应符合表 4.2.6 的规定。

表 4.2.6 盐渍土地基的溶陷等级

溶陷等级	总溶陷量 s_{rx} (mm)
I 级 弱溶陷	$70 < s_{rx} \leq 150$
II 级 中溶陷	$150 < s_{rx} \leq 400$
III 级 强溶陷	$s_{rx} > 400$

4.2.7 各类盐渍土地基的溶陷性均应根据地基的溶陷等级,结合场地的使用环境条件 A 或 B 作出综合评价。

4.3 盐胀性评价

4.3.1 盐渍土地基中硫酸钠含量小于1%，且使用环境条件不变时，可不计盐胀性对建(构)筑物的影响。

4.3.2 当初步判定为盐胀性土时，应根据现场土体类型、场地复杂程度、工程重要性等级，采用下列试验方法测定盐胀性：

- 1 本规范附录 E 规定的现场试验方法；
- 2 本规范附录 F 规定的室内试验法。

4.3.3 对于设计等级为甲级、乙级的建(构)筑物，每一建设场区或同一地质单元进行的现场浸水试验不应少于3处；对于设计等级为丙级的建(构)筑物，可进行室内盐胀性试验。

4.3.4 盐渍土的盐胀性可根据盐胀系数(δ_{yz})的大小和硫酸钠含量按表 4.3.4 进行分类。

表 4.3.4 盐渍土的盐胀性分类

指标盐胀性	非盐胀性	弱盐胀性	中盐胀性	强盐胀性
盐胀系数 δ_{yz}	$\delta_{yz} \leq 0.01$	$0.01 < \delta_{yz} \leq 0.02$	$0.02 < \delta_{yz} \leq 0.04$	$\delta_{yz} > 0.04$
硫酸钠含量 $C_{ssn}(\%)$	$C_{ssn} \leq 0.5$	$0.5 < C_{ssn} \leq 1.2$	$1.2 < C_{ssn} \leq 2.0$	$C_{ssn} > 2.0$

注：当盐胀系数和硫酸钠含量两个指标判断的盐胀性不一致时，应以硫酸钠含量为主。

4.3.5 盐渍土地基的总盐胀量除可按本规范附录 E 的方法直接测定外，也可按下式计算：

$$s_{yz} = \sum_{i=1}^n \delta_{yzi} h_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (4.3.5)$$

式中： s_{yz} ——盐渍土地基的总盐胀量计算值(mm)；

δ_{yzi} ——室内试验测定的第 i 层土的盐胀系数；

n ——基础底面以下可能产生盐胀的土层层数。

4.3.6 盐渍土地基的盐胀等级分为三级。盐胀等级的确定应

符合表 4.3.6 的规定。

表 4.3.6 盐渍土地基的盐胀等级

盐胀等级	总盐胀量 s_{yz} (mm)
I 级 弱盐胀	$30 < s_{yz} \leq 70$
II 级 中盐胀	$70 < s_{yz} \leq 150$
III 级 强盐胀	$s_{yz} > 150$

4.3.7 各类盐渍土地基的盐胀性均应根据地基的盐胀等级,结合场地的使用环境条件 A 或 B 作出综合评价。

4.4 腐蚀性评价

4.4.1 盐渍土对建(构)筑物的腐蚀性,可分为强腐蚀性、中腐蚀性、弱腐蚀性和微腐蚀性四个等级。

4.4.2 当环境土层为弱盐渍土、土体含水量小于 3% 且工程处于 A 类使用环境条件时,可初步认定工程场地及其附近的土为弱腐蚀性,可不进行腐蚀性评价。

4.4.3 水试样和土试样的采集应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

4.4.4 水试样和土试样腐蚀性的测试项目和测试方法应符合下列规定:

- 1 土试样的检测项目应符合本规范第 4.1.6 条的规定;
- 2 水试样的检测项目应符合本规范第 4.1.7 条的规定;
- 3 水、土对钢结构的腐蚀性应增加检测:氧化还原电位、极化电流密度、电阻率和质量损失等;

4 各检测项目的试验方法应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的规定。

4.4.5 土对钢结构、水和土对钢筋混凝土结构中钢筋、水和土对混凝土结构的腐蚀性评价应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

4.4.6 水和土对砌体结构、水泥和石灰的腐蚀性评价应符合表 4.4.6-1、表 4.4.6-2 和表 4.4.6-3 的规定。

表 4.4.6-1 地下水中盐离子含量及其腐蚀性

离子种类	埋置条件	指标范围	对砖、水泥、石灰的腐蚀
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	全浸	>4000	强
		>1000, ≤4000	中
		>250, ≤1000	弱
		≤250	微
Cl ⁻ (mg/L)	干湿交替	>5000	中
		>500, ≤5000	弱
		≤500	微
	全浸	>20000	弱
		>5000, ≤20000	弱
		>500, ≤5000	微
NH ₄ ⁺ (mg/L)	全浸	>1000	中
		>500, ≤1000	弱
		>100, ≤500	微
		≤100	微
Mg ²⁺ (mg/L)	全浸	>4000	强
		>2000, ≤4000	中
		>1000, ≤2000	弱
		≤1000	微
总矿化度 (mg/L)	全浸	>50000	强
		>20000, ≤50000	中
		>10000, ≤20000	弱

续表 4.4.6-1

离子种类	埋置条件	指标范围	对砖、水泥、石灰的腐蚀
pH 值	全浸	≤ 4.0	强
		$>4.0, \leq 5.0$	中
		$>5.0, \leq 6.5$	弱
		>6.5	微
侵蚀性 CO ₂ (mg/L)	全浸	>60	强
		$>30, \leq 60$	中
		≤ 30	弱

表 4.4.6-2 土中盐离子含量及其腐蚀性

离子种类	埋置条件	指标范围	对砖、水泥、石灰的腐蚀
SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	干燥	>6000	强
		$>4000, \leq 6000$	中
		$>2000, \leq 4000$	弱
		≤ 2000	微
	潮湿	>4000	强
		$>2000, \leq 4000$	中
		$>400, \leq 2000$	弱
		≤ 400	微
Cl ⁻ (mg/kg)	干燥	>20000	中
		$>5000, \leq 20000$	弱
		$>2000, \leq 5000$	微
		≤ 2000	微
	潮湿	>7500	中
		$>1000, \leq 7500$	弱
		$>500, \leq 1000$	微
		≤ 500	微

表 4.4.6-3 土中盐离子含量及其腐蚀性

介质指标	离子种类	埋置条件	指标范围	对砖、水泥、石灰的腐蚀
土中总盐量 (mg/kg)	正负离子总和	有蒸发面	>10000	强
			$>5000, \leq 10000$	中
			$>3000, \leq 5000$	弱
			≤ 3000	微
		无蒸发面	>50000	强
			$>20000, \leq 50000$	中
			$>5000, \leq 20000$	弱
			≤ 5000	微
水土酸碱度 (pH 值)			≤ 4.0	强
			$>4.0, \leq 5.0$	中
			$>5.0, \leq 6.5$	弱
			>6.5	微

注:1 当氯盐和硫酸盐同时存在并作用于钢筋混凝土构件时,应以各项指标中腐蚀性最高的确定腐蚀等级;

2 在强透水性地层中,腐蚀性可提高半级至一级;在弱透水性地层中,腐蚀性可降低半级至一级;

3 基础或结构的干湿交替部位应提高防腐等级;

4 对天然含水量小于 3% 的土,可视为干燥土;

5 腐蚀性评价中,以最高的腐蚀性等级确定防腐措施。

4.4.7 对丙类建(构)筑物,当同时具备弱透水性土、无干湿交替、不冻区段三个条件时,盐渍土的腐蚀性可降低一级。

5 设 计

5.1 一 般 规 定

5.1.1 在盐渍土地区进行工程建设时,宜避开超、强盐渍土地,以及分布有浅埋高矿化度地下水的盐渍土地区,并宜选择含盐量较低、场地条件较易于处理的地段,避开下列地段:

- 1 排水不利地段,低洼地段;
- 2 地下水位有可能上升的地段;
- 3 次生盐渍化程度明显增加的地段。

5.1.2 盐渍土地区的建筑总平面布置应符合下列规定:

- 1 重要建筑宜布置在含盐量较低、地下水位较深、地势较高、排水通畅的地段;
- 2 单体建(构)筑物宜布置在含盐量均匀的地层上。

5.1.3 盐渍土地区的各类建(构)筑物设计时,应综合分析下列因素的影响:

- 1 地基承载力及其变化;
- 2 地基溶陷等级与地基总溶陷量;
- 3 地基盐胀等级与地基总盐胀量;
- 4 盐渍土对地基础及地下构筑物、管线的腐蚀性。

5.1.4 盐渍土地基承载力的确定应符合下列规定:

1 设计等级为甲级、乙级的建(构)筑物应按浸水载荷试验确定地基承载力特征值。单体建筑试验数量不应少于3处,群体建筑试验数量不应少于5处;

2 设计等级为丙级的建(构)筑物可按浸水后的物理与力学性质指标结合含盐量、含盐类型、溶陷性等综合确定地基承载力,试验数量不应少于6组;

3 A类使用环境下的建(构)筑物可用不浸水载荷试验确定地基承载力,但应有其他试验评价地基土的溶陷性,并确定对溶陷性的防护措施;

4 对于经过处理的地基,应按处理后的试验、检测结果综合评价确定地基承载力,试验数量应符合本规范的规定。

5.1.5 在溶陷性盐渍土地基上的建(构)筑物,地基变形计算应符合下式规定:

$$s_0 + s_{rx} \leq [s] \quad (5.1.5)$$

式中: s_0 ——天然状态下地基变形值(mm),其计算应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的规定;

s_{rx} ——地基总溶陷量(mm),可按本规范第4.2.5条确定。

A类使用环境或无浸水可能性时取0;采用地基处理的,可按处理后的地基变形量确定;

$[s]$ ——建(构)筑物地基变形允许值(mm)。

5.1.6 当地基变形量大,不能满足设计要求时,应根据建(构)筑物的类别、承受不均匀沉降的能力、溶陷等级、盐胀等级、浸水可能性等,分别或综合采取地基处理措施、防水排水措施、基础结构措施、上部结构措施等。

5.2 防水排水设计

5.2.1 场地排水设计应符合下列规定:

1 山前倾斜平原地区的建设场地,场外应设截水沟,并建立地表水排水系统,确保排水、排洪通畅;

2 建(构)筑物周围6m以内的场地坡度应大于2%,6m以外应大于0.5%;

3 建(构)筑物周围6m范围内为防水监护区,其内不宜设水池、排水明沟、直埋式排水管道、绿化带等;

4 所有排水设施应有防渗措施。

5.2.2 地面防水设计应符合下列规定:

1 建(构)筑物周围应及时回填并做好散水处理,散水坡宽度应大于 1.0m,坡度应大于 5%。散水宜采用现浇混凝土,其下应设置 150mm~200mm 硬质不透水层,与外墙交接处应做柔性防水处理。

2 经常受水浸或可能积水的地面,应做防水地面,其下也应设置 150mm~200mm 的防水层。

3 在中盐渍土至超盐渍土地区,建(构)筑物的室内地面、室外地坪、场地道路与盐渍土层之间均应设置隔离层或隔断层,其宽度应大于基础宽度 100mm~200mm,使用耐久性应确保与建(构)筑物设计使用年限一致。

4 有下列情况之一时,可采用架空地板:

- 1)地面不允许出现裂缝或局部变形;
- 2)地下水位接近室内地面;
- 3)地基土为强盐渍土至超盐渍土;
- 4)地基土为盐胀性盐渍土。

5.2.3 管道防渗应符合下列规定:

1 应防止管道渗漏,在管道接头处设置柔性防水,重要部位设置检漏井、检漏管沟、集水井等,这些装置自身也应有防渗功能;

2 各类管道穿过墙、梁、井、沟时,应采用柔性防水接头。

5.2.4 在中盐渍土至超盐渍土地区,基础与墙体防水应符合下列规定:

1 建(构)筑物基础下应设置防水垫层;

2 建(构)筑物室外墙体自地坪起向上 0.8m~1.2m 及干湿交替段,宜采取防水措施。

5.2.5 对沉降缝、伸缩缝、抗震缝等,应对两侧墙体自地坪起向上 1.0m 范围内采取防水措施,并与墙体其他部分封闭。

5.2.6 当构件受水、土影响有防水、防腐要求并且要求严格控制裂缝宽度时,构件侧面的分布钢筋配筋率不宜低于 0.4%,且分布钢筋间距不宜大于 150mm。

5.2.7 建(构)筑物周边的绿化带应与建(构)筑物保持安全距离,防止绿化用水浸入基础下部。

5.3 建筑与结构设计

5.3.1 建(构)筑物平面布置宜规则,体型宜简单。

5.3.2 中盐渍土至超盐渍土地区的甲级、乙级建(构)筑物,在地基承载力或溶陷变形不能满足设计要求时,可进行地基处理或采用桩基础;当采用桩基础时,应符合下列规定:

- 1 宜采用钢筋混凝土实心预制桩,并采取有效的防腐措施;
- 2 应分析桩周土浸水溶陷产生负摩阻力的可能性;
- 3 在B类使用环境条件下,应通过现场浸水载荷试验确定桩的承载力。

5.3.3 在以盐胀为主的盐渍土地区,宜采取加大基底附加压力的措施约束盐胀变形,或适当增大基础埋深,减少盐胀引起的差异变形。

5.3.4 在中盐渍土至超盐渍土地区,不宜采用各种类型的壳体等薄壁型基础。

5.3.5 建(构)筑物结构方案的选择应符合下列规定:

- 1 宜选用整体性强、空间刚度大的结构形式,且建(构)筑物的长高比不宜大于3.0;
- 2 宜选用抗不均匀沉降能力强的结构;
- 3 在以溶陷性为主的盐渍土地区,宜优先采用轻型结构和轻质材料;
- 4 多层砌体结构不宜采用纵墙承重体系;
- 5 强盐胀场地的低层房屋宜适当增加基础埋置深度。

5.3.6 砌体结构设计除按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 执行外,在强盐胀区,对设计等级为甲级、乙级的建(构)筑物的设计尚应符合下列规定:

- 1 砌体内配置通长钢筋网片,钢筋网片宜焊接,不宜绑扎,并应符合表 5.3.6 的规定;

表 5.3.6 墙体加强钢筋配筋规定

沉降等级	I	II	III	
配筋位置	底层窗台以下	底层全高或 3m	底层全高	二层以上
配筋竖向最大间距	600mm	600mm	600mm	600mm
配筋量与最小直径	2 ϕ 6	2 ϕ 6	2 ϕ 6	2 ϕ 6

注：钢筋网片横向分布钢筋可选用 ϕ 5 高强钢丝。

2 烧结普通砖强度等级不得低于 MU15，混凝土砌块强度等级不得低于 MU10，砌筑砂浆强度不得低于 M10；

3 在同一单元不宜内外纵墙转折；

4 门窗洞口布置宜整齐、适中、上下对齐，且应设钢筋混凝土过梁，过梁的支承长度每边不应小于 240mm。

5.3.7 圈梁设计应符合下列规定：

1 对于多层房屋，在基础顶面、屋面处以及每层楼板处均应设置一道钢筋混凝土圈梁。

2 对于单层厂房，除基础顶面和屋盖处应各设置一道钢筋混凝土圈梁外，当墙高大于 3m 时，沿墙高每隔 3m 应增设一道钢筋混凝土圈梁。

3 圈梁应在所有内外纵横墙同一标高上贯通闭合；当不能闭合时，应采取加强措施。

4 基础顶面处圈梁的高度不宜小于 240mm，其他位置不宜小于 180mm，圈梁的宽度不宜小于 240mm。

5 基础顶面处圈梁的纵向钢筋不宜少于 6 ϕ 12，其他位置不得少于 4 ϕ 12，圈梁箍筋的间距宜为 200mm，但在有水源的开间及其毗邻开间，底层圈梁的箍筋间距宜加密；圈梁混凝土强度等级不宜低于 C25。

6 圈梁与构造柱或框架、排架柱应有可靠连接。

5.3.8 构造柱设计应符合下列规定：

1 在有水源的开间及其毗邻开间的房屋四角宜各设置一根钢筋混凝土构造柱。

2 钢筋混凝土构造柱与芯柱纵向钢筋不宜少于 $4\phi 12$, 箍筋间距宜为 150mm~200mm; 构造柱混凝土强度等级不宜低于 C25。

3 构造柱和芯柱应与墙体紧密拉结成整体。

5.3.9 基础结构的混凝土标号、最小配筋率、钢筋的保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定。

5.3.10 单层钢筋混凝土厂房, 墙与柱或基础梁、圈梁与柱之间应采用拉结钢筋连成整体。

5.3.11 厂房内吊车顶面与屋架下弦之间应留有不小于 200mm 的净空。

5.3.12 建(构)筑物中有管道穿过墙体时, 管道周边应预留 100mm~200mm 的间隙。

5.4 防腐设计

5.4.1 盐渍土地地区地下结构防腐蚀设计应根据结构的设计使用年限和腐蚀等级确定采取相应的防腐蚀措施。

5.4.2 盐渍土地地区地下结构的防腐蚀耐久性设计应能确保结构在其使用年限内的安全性、适用性和可修复性, 并应包含使用过程中的维修、检测或更换的相关规定。

5.4.3 同一结构中的不同构件和同一构件中的不同部位处于下列环境情况或局部环境存在差异时应区别对待:

- 1 结构或构件一面接触土体一面接触空气层;
- 2 结构或构件面处于干湿交替的环境。

5.4.4 砌体结构的建(构)筑物, 其防腐措施应符合下列规定:

- 1 室外部分地表向上 1m 以内的区段以及干湿交替和冻融循环的部位应作为采取防腐措施的重点部位;
- 2 应将提高建筑材料自身的抗腐蚀能力作为重要的防腐措施;

3 选用混凝土外加剂时,以硫酸盐为主的腐蚀环境,可选用减水剂、密实剂、防硫酸盐添加剂等;

4 在以上措施尚不能满足防腐要求时,可在建(构)筑物受腐蚀侧外表面进行涂覆、渗透、隔离等处理,采取加防腐涂料、浸透层、玻璃钢、耐腐蚀砖板、聚合物防腐砂浆等措施。

5.4.5 混凝土和钢筋混凝土结构的建(构)筑物,在满足结构受力要求的前提下,其防腐蚀措施可按表 5.4.5 选用。

表 5.4.5 防腐蚀措施

项 目		环 境 等 级		
		弱	中	强
内部防腐措施	水泥品种	普硅水泥、矿渣水泥	普硅水泥、矿渣水泥、抗硫酸盐水泥	普硅水泥、矿渣水泥、抗硫酸盐水泥
	混凝土最低强度等级	C30	C35	C40
	最小水泥用量(kg/m ³)	300	320	340
	最大水灰比	0.5	0.45	0.4
	保护层厚度(mm)	≥50	≥50	≥50
	外加剂	—	阻锈剂、减水剂、密实剂等	阻锈剂、减水剂、密实剂等
外部防腐措施	干湿交替	—	沥青类、渗透类涂层	沥青类、渗透类、树脂类涂层、玻璃钢、耐腐蚀板砖层等
	湿	—	防水层	防水层
	干	—	—	沥青类涂层

5.4.6 氯盐为主的环境下不宜单独采用硅酸盐或普通硅酸盐水泥作为胶凝材料配制混凝土,应加入 20%~50%的矿物掺合料,并宜加入少量硅灰。水泥用量不应少于 240kg/m³;用于氯离子环

境中的钢筋混凝土构件,其混凝土 28d 的氯离子扩散系数 D_{RCM} 值宜符合表 5.4.6 的规定。

表 5.4.6 混凝土中的氯离子扩散系数 D_{RCM} (28d 龄期, $10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$)

设计使用年限	环境等级	
	弱	中级及以上
100 年	<7	<4
50 年	<10	<6

注:1 D_{RCM} 值为标准养护条件下 28d 龄期混凝土试件的测定值,仅适用于氯盐环境下采用较大掺量和大掺量矿物掺合料的混凝土。对于其他组分的混凝土以及更长龄期的混凝土,应采用更低的 D_{RCM} 值作为抗氯离子侵入性能的评定依据;

2 扩散系数 D_{RCM} 的测试方法按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性性能试验方法标准》GB/T 50082 执行。

5.4.7 硫酸盐为主的环境下不宜采用灰土基础、石灰桩、灰土桩等;水泥宜选用铝酸三钙含量小于 5% 的普通硅酸盐水泥或抗硫酸盐水泥,配置混凝土时宜掺加矿物掺合料。

5.4.8 钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土的裂缝控制等级和最大裂缝控制宽度应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

5.4.9 普通钢筋应优先选用 HRB400 级钢筋,受力钢筋直径不应小于 12mm,当构件处于可能遭受强腐蚀的环境时,受力钢筋直径不应小于 16mm。

5.4.10 对于中等腐蚀性至强腐蚀性环境下的混凝土构件中的钢筋构件,应与浇筑在混凝土中并部分暴露在外的吊环、紧固件、连接件等铁件隔离。

6 施 工

6.1 一 般 规 定

6.1.1 盐渍土地区建(构)筑物及工程设施的施工,应根据盐渍土的特性和设计要求,合理安排施工程序,防止施工用水和场地雨水流入建(构)筑物地基、基坑或基础周围,应在施工组织设计中明确提出防止施工用水渗漏的要求。

6.1.2 施工前应完成下列工作:

1 熟悉岩土工程勘察报告、施工图纸等资料;

2 结合现场实际情况,了解本地区盐渍土地基、基础处理经验,编制施工组织设计或施工大纲;

3 平整施工场地,做好原地面临时排水设施,清除地表盐壳和不符合设计要求的表土,并碾压密实;对过湿或积水洼地以及软弱地基,应按设计要求做好排水、清淤换填工作;

4 根据施工需要修建护坡、挡土墙等;

5 进行工艺性试验,确定施工工艺流程及有关工艺参数。

6.1.3 施工的时间和程序安排应符合下列规定:

1 施工时间选择应结合当地盐渍土的水盐状态,宜在枯水季节施工,不宜在冬季施工;

2 在冬季或雨季进行施工时,应采取防冻、防雨雪、排洪等防止管道冻裂漏水以及突发性山洪侵入地基、基坑等措施;

3 应先施工建(构)筑物的地下工程和埋置较深、荷载较大或需要采取地基处理措施的基础,基坑应及时回填、分层夯实;

4 敷设管道时,应先施工排水管道,并确保其畅通。

6.1.4 施工期间各种用水应引至排水系统,不得随意排放;混

凝土基础不宜采用浇淋养护；各用水点均应与建（构）筑物基础保持一定距离，其最小净距应符合表 6.1.4 的规定。

表 6.1.4 施工用水点距离建（构）筑物基础的最小净距

施工用水种类	距离基础边缘的最小净距(m)
浇砖用水、临时给水管道	10
浇料场、淋灰池、混凝土搅拌站、水池	20

6.1.5 施工过程中，应严格执行有关安全、劳动保护和环境保护等规定。

6.2 防水排水工程施工

6.2.1 防水工程施工应包括场地排水、地面防水，地下管、沟、集水井、检漏井、防（检）漏沟敷设以及地基中隔水层的铺筑等。

6.2.2 场地排水施工应符合下列规定：

1 施工前应布置好排水系统，施工过程中应保持排水系统畅通，并使场地及其附近无积水；

2 排水困难的场地或基坑有被水淹没的可能时，应在场地外设置排水系统、护坡或挡土墙；在地下水位较高场地，除挡导地表水外，应在坑底设置集水井、排水沟，以降低场地的地下水位。

6.2.3 地下管、沟、集水井、检漏井、防（检）漏沟敷设应符合下列规定：

1 各种管材及其配件进场时，应按设计要求和国家现行有关标准进行检查，管道敷设前还应对管材及其配件的规格、尺寸和外观质量逐件检查；并应抽样试验，严禁使用不合格产品。

2 管道及其附属构筑物的施工宜采用分段快速作业法；管道应与管基（或支架）密合，管道接口应严密不漏水；新、旧管道连接时，应先做好排水设施；管道敷设完成后，应及时回填、加盖或封面；检漏井等的地基与基础应在邻近的管道敷设前施工完毕。

3 地下管、沟、集水井、检漏井、防（检）漏沟等的施工，必须确

保砌体砂浆饱满,混凝土浇捣密实,防水层严密不漏水;管道穿过井(或沟)时,应在井(或沟)壁处预留洞孔,管道与洞孔间的缝隙应用不透水的柔性材料填塞;铺设盖板前,应将井、沟底清理干净;井、沟壁与基槽间应用素土分层回填夯实,其压实系数不应小于0.90。

4 管道、井、沟(槽)等施工完毕后,应进行压水或注水试验,不合格的应返修或加固,重做试验,直至合格为止。

6.2.4 地基中隔水层的铺筑应符合下列规定:

1 盐渍土地基中隔水层材料宜采用土工合成材料中的复合土工膜或土工膜。采用二布一膜的复合土工膜时,可不设上、下保护层;采用一布一膜的复合土工膜时,可仅在有膜的一面设保护层;采用单层土工膜时,应设上、下保护层。保护层材料宜采用砂料,其粉粒和黏粒含量应小于15%。

2 土工合成材料铺设时,应采取全断面铺设,并铺设平展且紧贴下承层,无褶皱。铺设中应确保其整体性,相邻两幅采用焊接或缝接时,其接头应折向下坡方向;当搭接时,搭接宽度应大于200mm。铺设完后应检查有无破损处,有破损时应在破损处的上面加铺能防止破损处漏水的土工合成材料进行补强。

3 土工合成材料铺设时,表面平整度与横坡应符合设计要求。

4 土工合成材料铺设完成后,严禁行人、牲畜和各种车辆通行,并应及时填筑保护层或填料,避免受到阳光长时间的直接暴晒。第一层填料应采用轻型推土机、前置式装载机或人工摊铺,厚度不得小于300mm,土中不得夹有带棱角的石块;在距土工合成材料层80mm以内的填料,其最大粒径不得大于20mm。运料车应采取倒行卸料或人工倒运摊铺的方法。

5 在土工膜上填筑粗粒土时,应设上保护层。保护层摊平后先碾压2遍~3遍,再铺一层粗粒土,与上保护层一起碾压,保护层总厚度不应大于400mm。

6 土工合成材料的进场检验、运输、存放等应按现行国家标准《土工合成材料应用技术规范》GB 50290 执行,其质量和保护层的规格应符合设计要求和相关规定。

6.3 基础与结构工程施工

6.3.1 基础和结构工程施工前应完成场区土石方、挡土墙、护坡、防洪沟及排水沟等工程,确保边坡稳定,排水通畅。

6.3.2 基坑的开挖和施工应符合下列规定:

1 基坑开挖时,应防止坑壁坍塌;基坑挖土接近基底设计标高时,宜在其上部预留 150mm~300mm 土层,待下一工序开始前继续挖除。

2 当基坑挖至设计深度时,应进行验槽;验槽后,宜及时浇筑混凝土垫层或采取封闭坑底措施,严禁基坑浸水。

6.3.3 各种管沟穿过建(构)筑物的基础时,不宜留施工缝;当穿过外墙时,宜一次做到室外的第一个检查井,或距基础 3m 以外;沟底应有向外排水的坡度,施工完毕后,应及时清理、验收、加盖和回填。

6.3.4 地下工程施工到设计地坪后,应进行室内和室外回填土施工,回填料应为非盐渍土,压实度应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定;上部结构施工期间应针对回填土采取防水措施。

6.3.5 应合理安排基础施工、防水层(隔水层)施工、防腐层施工、回填土施工等施工工序。

6.3.6 当预制桩采用预钻孔方法施工时,钻孔直径应小于桩径,钻孔深度应浅于设计桩尖标高 0.5m~1.0m。

6.4 防腐工程施工

6.4.1 防腐工程施工前,应根据施工环境温度、工作条件及材料等因素,通过试验确定施工配合比和操作方法后方可进行正式施工。

6.4.2 建筑材料的含盐量控制应符合下列规定：

1 成品砖的含盐量应符合表 6.4.2-1 规定。

表 6.4.2-1 成品砖的含盐量

盐种类	含盐量控制指标(mg/kg)	备 注
SO ₄ ²⁻	<700	超过者用水浸出至合格
Cl ⁻	<5000	

2 混凝土、砂浆用砂的含盐量应符合表 6.4.2-2 的规定。

表 6.4.2-2 砂的含盐量

盐种类		含盐量(%)	规 定
NaCl	有钢筋	≤0.04	可直接使用
		>0.04, ≤0.10	设计等级为甲级、乙级的建(构)筑物掺钢筋阻锈剂
		>0.10, ≤0.30	掺钢筋阻锈剂
		>0.30	不宜采用
	无钢筋	≤0.30	可使用
		>0.30	不宜采用
SO ₄ ²⁻	≤0.10	可使用	
	>0.10, ≤0.30	一般工程可用	
	>0.30	不宜采用	

3 混凝土搅拌、砂浆搅拌用水的含盐量应符合表 6.4.2-3 的规定。

表 6.4.2-3 施工用水的含盐量

盐种类	含盐量(mg/L)	规 定
Cl ⁻	≤300	可直接使用
	>300, ≤600	一般工程可直接使用,设计等级为甲级、乙级的建(构)筑物掺钢筋阻锈剂
	>600, ≤3000	掺钢筋阻锈剂
	>3000	不宜采用

续表 6.4.2-3

盐种类	含盐量(mg/L)	规 定
SO ₄ ²⁻	≤300	可直接使用
	>300, ≤1000	一般工程可用
	>1000	不宜采用

6.4.3 涂抹防腐层的混凝土结构物的表面,应坚实平整、无裂缝及蜂窝麻面,表面干燥,强度应符合设计要求;涂抹高度应高于接触盐渍土或矿化水的部位 0.5m~1.0m;沥青防腐层宜分两层施工,厚度宜为 2mm~5mm。

6.4.4 盐渍土环境中的混凝土或钢筋混凝土,外加剂的选用应符合下列规定:

1 在中、强腐蚀环境中,应选用非氯盐和非硫酸盐外加剂;

2 所用外加剂不得促进盐腐蚀作用,并确保对混凝土的质量及耐久性无危害作用。

6.4.5 防腐工程的质量及验收标准除应执行本规范外,尚应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 的规定。

7 地基处理

7.1 一般规定

7.1.1 盐渍土地基的处理应根据土的含盐类型、含盐量和环境条件等因素选择地基处理方法和抗腐蚀能力强的建筑材料。

7.1.2 所选择的地基处理方法应在有利于消除或减轻盐渍土溶陷性和盐胀性对建(构)筑物的危害的同时,提高地基承载力和减少地基变形。

7.1.3 选择溶陷性和盐胀性盐渍土地基的处理方案时,应根据水环境变化和大气环境变化对处理方案的影响,采取有效的防范措施。

7.1.4 采用排水固结法处理盐渍土地基时,应根据盐溶液的黏滞性和吸附性,缩短排水路径、增加排水附加应力。

7.1.5 处理硫酸盐为主的盐渍土地基时,应采用抗硫酸盐水泥,不宜采用石灰材料;处理氯盐为主的盐渍土地基时,不宜直接采用钢筋增强材料。

7.1.6 水泥搅拌法、注浆法、化学注浆法等无可靠经验时,应通过试验确定其适用性。

7.1.7 盐渍土地基处理施工完成后,应检验处理效果,判定是否能满足设计要求。

7.2 地基处理方法

I 换填法

7.2.1 换填法适用于地下水埋置较深的浅层盐渍土地基和不均匀盐渍土地基。

7.2.2 换填料应为非盐渍化的级配砂砾石、中粗砂、碎石、矿渣、粉煤灰等,不宜采用石灰和水泥混合料,并应符合下列规定:

1 碎、卵石最大粒径不应大于 50mm,含泥量不应大于 5%;

2 中、粗砂的颗粒的不均匀系数应大于 10,含泥量不应大于 5%;

3 矿渣应采用粒径 20mm~60mm 的分级矿渣,不得混入植物、生活垃圾和有机质等杂物;

4 粉煤灰的粒径应为 0.001mm~2mm,粒径小于 0.075mm 的颗粒含量宜大于 45%。

7.2.3 在满足承载力要求的前提下,换填深度宜大于溶陷性和盐胀性土层的厚度,换填宽度应满足基础底面应力扩散的要求,且残留的盐渍土层的溶陷量和盐胀量不得大于上部结构的允许变形值。

7.2.4 应做好垫层的防水或排水设计,防止垫层次生盐渍化;换填土的底面高度宜大于地下水位与毛细水强烈上升高度之和,也可设置盐分隔断层。

7.2.5 强盐渍土地区,应对换填垫层的含盐量变化情况和建(构)筑物的变形进行定期观察。

7.2.6 换填材料施工时应分层摊铺碾压,分层摊铺厚度不宜大于 0.3m,每层压实遍数宜通过试验确定,并应根据换填料性质的不同采用不同的碾压方式。

7.2.7 换填材料的底面宜铺设在同一标高上,当深度不同时,基底面应挖成台阶,各层搭接位置宜错开 0.5m~1.0m 的距离。

7.2.8 地下水位高于基坑底面时,应采取排水、降水措施。

7.2.9 盐渍化软土地基采用粉煤灰换填时,应先在基底铺设一定厚度的粗砂垫层稳定表土,之后再摊铺粉煤灰。粉煤灰换填结束并验收合格后,应及时施工上部结构或采取封层措施,防止干燥松散起尘污染环境,并禁止车辆在其上通行。

II 预 压 法

7.2.10 预压法适用于处理盐渍土中的淤泥质土、淤泥和吹填土等饱和软土地基。当采用预压法处理时,宜在地基中设置竖向排水体加速排水固结,竖向排水体可采用塑料排水带、袋装砂井或普

通砂井。

7.2.11 对设计等级为甲级、乙级的建(构)筑物,应选择有代表性的场地进行预压法试验,通过试验确定岩土体的强度、变形参数和地下水运移特征,为设计和施工提供依据。

7.2.12 预压法设置的竖向和水平向排水通道应有较大的空隙和较好的连通性。

7.2.13 排水竖井的井径比(n)为竖向排水体的有效排水直径(d_e)与竖井直径(d_w)之比,其取值宜符合下列规定:

1 对塑料排水板或袋装砂井, $n=10\sim 15$;

2 对普通砂井, $n=4\sim 6$ 。

7.2.14 采用堆载预压、超载预压、真空预压等多种方式时,其设计、计算、施工和质量控制应按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 执行。

7.2.15 塑料排水带在施工现场堆放时,应加以覆盖,不得长时间暴晒;袋装砂井宜采用干砂灌制,并应灌制密实;普通砂井的灌砂量不得小于计算值的 95%。

7.2.16 塑料排水带和袋装砂井的施工机械可以通用,主要机具可用导管式打桩机;塑料排水带施工宜采用矩形或菱形断面的导管,袋装砂井施工宜采用圆形断面的导管;普通砂井宜采用沉管法施工。

7.2.17 塑料排水带搭接应采用滤套内芯板平接的方法,芯板应对扣,凹凸应对齐,搭接长度不应小于 0.2m,滤套包裹应有固定措施。

7.2.18 堆载预压荷载施加过程中应进行竖向变形、水平位移等项目的监测,根据监测资料控制加载速率,确保地基在加载过程中的稳定性。

7.2.19 卸除预压荷载的时间宜根据地基的沉降速率确定,当沉降速率小于容许值时方可卸载。

III 强夯法和强夯置换法

7.2.20 强夯法和强夯置换法适用于处理盐渍土中的碎石土、砂

土、粉土和低塑性黏性土地基以及由此类土组成的填土地基,不宜用于处理盐胀性地基。

7.2.21 强夯法和强夯置换法在设计或施工前,应通过现场试验确定其适用性和处理效果,同时确定夯击能量、有效加固深度、夯点间距、夯击间隔时间等工艺和参数;试夯区应具有代表性,试夯区面积不应小于 500m^2 。

7.2.22 夯坑换填料应为抗腐蚀、抗盐胀的砂石类集合料,可采用级配良好的块石、碎石、矿渣、建筑垃圾等坚硬粗颗粒材料,粒径大于 300mm 的颗粒含量不宜超过全重的 30% ;为确保强夯置换体的整体性、密实性和透水性,桩体材料的最大粒径不宜大于夯锤底面直径的 20% ,含泥量不宜超过 10% ;换填料顶面宜高出地下水位 $1.0\text{m}\sim 2.0\text{m}$ 。

7.2.23 根据场地条件,在强夯和强夯置换前,地表应铺设一定厚度的垫层,垫层材料可采用碎石、矿渣、建筑垃圾等坚硬粗颗粒材料。

7.2.24 强夯锤可采用圆形或多边形底面的钢筋混凝土锤或铸钢锤,锤体内宜对称设置 2 个~ 4 个上下贯通、孔径为 $250\text{mm}\sim 300\text{mm}$ 的排气孔;锤体质量可取 $10\text{t}\sim 40\text{t}$,强夯锤锤底静接地压力值可取 $25\text{kPa}\sim 40\text{kPa}$;强夯置换锤锤底静接地压力值可取 $100\text{kPa}\sim 200\text{kPa}$ 。

7.2.25 盐渍土地基采用强夯法处理时,土体的含水量可按表 7.2.25 控制;强夯置换法不受此限制。

表 7.2.25 强夯地基含水量控制表

土质	粉土	粉质黏土	黏土
地基天然含水量	$12\%\sim 22\%$	$14\%\sim 25\%$	$15\%\sim 27\%$

IV 砂石(碎石)桩法

7.2.26 砂石(碎石)桩法适用于处理溶陷性盐渍土中的松散砂土、碎石土、粉土、黏性土和填土等地基。

7.2.27 在设计和施工前应选择有代表性的场地进行现场试验,

确定施工方式、施工机械、施工参数和处理效果；试桩的数量不宜少于 5 根。

7.2.28 桩体材料应使用含泥量小于 5%、级配合理的碎石、卵石、含石砂砾、矿渣或其他性能稳定的硬质材料，不宜使用风化易碎的石料、砂料和石灰、水泥混合料。

7.2.29 砂石(碎石)桩可采用振动沉管、锤击沉管、冲击成孔或振冲等方法成桩，盐渍化软土地基处理宜采用振动沉管法。

7.2.30 采用振动沉管法成桩时，应根据沉管和挤密情况控制填料数量、拔管高度和速度、挤压次数和时间、电机的工作电流等施工控制参数。

7.2.31 砂石(碎石)桩施工后，应将松散表层挖除或压实，宜在桩顶铺设厚度为 200mm~400mm 的碎石垫层，并宜在基础和垫层间设置盐分离层。

7.2.32 砂石桩法可与强夯法、强夯置换法、预压法、排水固结法等结合使用。

V 浸水预溶法

7.2.33 浸水预溶法适用于处理厚度不大、渗透性较好的无侧向盐分补给的盐渍土地基；黏性土、粉土以及含盐量高或厚度大的盐渍土地基，不宜采用浸水预溶法。

7.2.34 浸水预溶法的设计与施工应符合下列规定：

- 1 应有充足的低矿化度水源；
- 2 宜选在蒸发量小的季节进行浸水施工；
- 3 应防止返盐，在地下水位埋藏较深时才可使用；
- 4 浸水预溶后应有足够的稳定时间。

7.2.35 采用浸水预溶法前，应进行小型现场浸水试验，初步确定浸水量、浸水所要时间、浸水有效影响深度和浸水降低的溶陷量等。

7.2.36 浸水预溶法施工应符合下列规定：

- 1 水头高度不应小于 300mm；

- 2 浸水坑的平面尺寸每边应大于拟建建筑外缘 2.5m;
- 3 连续浸水时间应以最后 5d 的平均溶陷量小于 5mm 为稳定标准;
- 4 浸水施工应防止对邻近建(构)筑物以及管、沟、道路等工程设施产生不利影响;
- 5 冬季不宜进行浸水预溶施工。

7.2.37 地基浸水预溶后,应检测预溶的深度及所消除的溶陷量;在基础施工前应重新检验盐渍土的主要物理力学性质指标,评定盐渍土的承载力和溶陷性;相关的试验检测方法应符合本规范附录 C、附录 G 的有关规定。

7.2.38 浸水预溶法可与强夯法、砂石桩法等其他地基处理方法结合使用。

VI 盐 化 法

7.2.39 盐化法适用于盐渍土含盐量很高、土层较厚、地下水位较深、淡水资源缺乏以及其他方法难以处理的地基。

7.2.40 采用盐化法处理地基时,应进行现场试验,确定达到设计要求所需的每平方米地基用盐量、盐化遍数、盐化时间和间歇时间等主要参数。

7.2.41 盐化法地基处理所需材料与设备为盐、制作饱和盐水装置、盛盐水的罐(桶)或池,并应有计量刻度。

7.2.42 盐化法的施工过程应符合下列规定:

- 1 开挖基坑或基槽至基础设计标高,基坑宽度应大于基础边缘不少于 1m;

- 2 沿基坑或基槽应每隔一定距离放置盛饱和盐水的罐(桶)以及胶皮管或钢管;

- 3 将制好的饱和盐水装入罐(桶)内,并应安好胶皮管或钢管;

- 4 向基坑或基槽内注入饱和盐水,并保持 0.3m 高的水头,盐化时间应根据土的渗透性确定,宜为 7d~10d。

7.2.43 应待盐水全部浸入地基并停歇 3d~5d 后,对盐化效果进行检测。

Ⅶ 隔 断 层 法

7.2.44 隔断层法适用于在盐渍土地基中隔断盐分和水分的迁移。

7.2.45 盐渍土地基中设置的隔断层应有足够的抗拉强度和耐腐蚀性。

7.2.46 盐渍土中采用隔断层时,应综合利用其防盐、治盐和提高地基承载力等作用。

7.2.47 盐渍土中隔断层的设计、施工和质量控制应按设计要求执行。

8 质量检验与维护

8.1 质量检验

8.1.1 防水工程的质量检验应符合下列规定：

1 场区防洪工程应检查排洪系统的系统性、连通性、完整性和排洪能力；

2 场内排水工程应检查雨水防渗、雨水排放、散水坡坡度等；

3 应检查各类排水管、沟、槽的基础稳定性、抗渗防漏性、密闭性与抗水压能力；

4 隔水层的施工应检验土工膜的抗拉强度、抗老化性能、腐蚀性能、搭接宽度、焊接强度、保护层厚度等。

8.1.2 防腐工程的质量检验应包括下列内容：

1 实测砖、砂、石、水等建筑材料的含盐量；

2 现场检测各类防腐涂料的产品质量和防腐涂层的施工质量；

3 现场控制各种防腐添加剂的用法和用量。

8.1.3 基础与结构工程的质量检验应按现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 执行。

8.1.4 地基处理工程的质量检验应符合下列规定：

1 换土垫层的质量检验应包含下列内容：

1) 分层检验填料的含泥量、级配、含盐量等；

2) 分层检验虚铺厚度；

3) 分层检验压实系数。

2 预压法质量检验应符合下列规定：

1) 竖向排水体施工质量检查应符合表 8.1.4-1 的要求；

表 8.1.4-1 竖向排水体的施工质量标准

项次	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	桩距	±100mm	抽查 5%
2	桩径	不小于设计值	抽查 5%
3	桩长	不小于设计值	查施工记录
4	竖直度	1%	查施工记录
5	砂井灌砂率	不小于设计值	查施工记录

- 2) 检查水平向排水体的连通性和排水能力；
 - 3) 监测堆载加荷过程中土体的沉降速率和侧向位移；
 - 4) 用静力触探仪、十字板剪切仪、取土试样等方法评价预压法加固效果，检测数量不宜少于 6 处；
 - 5) 设计等级为甲级、乙级的建(构)筑物应进行静载荷试验，评价加固后的地基承载力，每一个场地不宜少于 3 处。
- 3 强夯法与强夯置换法的质量检验应符合下列规定：
- 1) 施工过程中应随时检查夯完后的夯坑位置，发现超过允许偏差或漏夯应及时纠正，施工结束后 2 周~4 周，应对地基的处理效果进行检验；对黏性土和软土地基，宜由孔隙水压力观察结果确定检验时间；
 - 2) 对于强夯法处理的地基，可采用标准贯入试验、静力触探、动力触探、十字板剪切、静载荷试验和室内土工试验等方法检测地基土强度的变化情况，评价强夯的效果；
 - 3) 对于强夯置换法处理的地基，可采用静载试验检验单桩承载力和桩体变形模量，采用超重型或重型动力触探检验桩体的密实度和桩长，采用标准贯入试验、静力触探、十字板剪切、静载试验和室内土工试验等方法检验桩间土强度的变化情况；
 - 4) 确定软黏性土中强夯置换桩地基承载力特征值时，可不计入桩间土的作用，其承载力应通过现场载荷试验确定；
 - 5) 对强夯法处理的地基，静载试验的数量宜为 1 处/3000m²，

且单体建筑不应少于 3 处；对于强夯置换法处理的地基，宜为桩数的 0.5%，且不应少于 3 处；

6) 对强夯置换桩桩长的检验数量，宜为桩数的 1%~2%，且不应少于 3 处。

4 砂石桩法的质量检验应符合下列规定：

1) 盐渍化软土宜在成桩结束 30d 后，按 1%~2% 的抽查频率，采用重型 ($N_{63.5}$) 动力触探检测桩身密实度，采用静力触探、十字板、取土试样等方法检测桩间土的加固效果；

2) 宜在成桩 30d 后进行载荷试验，检验单桩承载力和复合地基承载力是否达到设计要求，抽查频率不宜少于 0.5%，且不应少于 3 处；

3) 其余项目应符合表 8.1.4-2 的规定。

表 8.1.4-2 砂石桩桩体质量标准

项次	项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	桩距	±150mm	抽查 2%
2	桩径	不小于设计值	抽查 2%
3	桩长	不小于设计值	查施工纪录
4	竖直度	1.5%	查施工纪录
5	粒料灌入率	不小于设计值	查施工纪录

5 浸水预溶法的质量检验应符合下列规定：

1) 实测浸水下沉量和有效浸水影响深度；

2) 实测浸水预溶后的地基承载力和各项岩土参数。

6 应对盐化法浸水影响深度、范围和含盐量进行质量检验，检验可采用挖探、钻探、物探等方法，盐化法浸水影响深度宜按本规范附录 G 的规定进行测定。

7 隔断层法的质量检验应符合下列规定：

1) 应检测隔断层材料的抗拉强度，每一批次的检测数量不应少于 3 组；

- 2) 应检测隔断层的施工质量,重点检测接缝处的焊接质量、塔接宽带和铺设的平整度,焊接质量每 50m~100m 抽检一次;
- 3) 应检查上、下保护层的施工质量,保护层内不得有尖刺状物质,下保护层应平整。

8.2 监测与维护

8.2.1 设计等级为甲级、乙级的建(构)筑物应定期监测其周边、基础附近土体含盐量的变化情况,分析其变化趋势,判定其对建(构)筑物可能产生的影响,一般每 2 年检测 1 次。

8.2.2 盐胀性盐渍土地区应定期监测地面变形,判定硫酸盐的集盐程度,宜在室内地面和室外道路、广场等重要部位或温差变化大的地点进行监测,监测次数宜为秋季、冬季、春季每月 2 次。

8.2.3 对于大型和特大型建设项目,宜对下列因素进行长期观察:

- 1 对地下水水位进行长期观察,判定集盐过程的发展方向;
- 2 对气候干燥度和年度温差进行长期观察,判定集盐速率。

8.2.4 建(构)筑物使用单位应对防水和防腐措施进行定期检查和记录,确保各种防水和防腐措施发挥正常作用。防水工程的检查维护每年不应少于 1 次,防腐工程检查每 3 年不应少于 1 次。

8.2.5 给排水和热力管网系统应定期检查,遇有漏水或故障,应立即排除故障后方可使用。

8.2.6 各种检漏井、检查井及其他池、沟等均应定期检查,不得有积水、堵塞物或裂缝。

8.2.7 各种地面排水、防水设施的检查和维护应符合下列规定:

- 1 每年雨季或山洪到来前,对山前防洪截水沟、缓洪调节池、排水沟、集水井等均应进行检查,清除淤积物,确保排水畅通;

- 2 对建(构)筑物防护范围内的防水地面、排水沟、散水坡的伸缩缝和散水与外墙的交接处,室内生产、生活用水多的室内地面

及水池、水槽等均应定期检查,不得有缝隙;

3 建(构)筑物的室外地面应保持原设计的排水坡度;

4 建(构)筑物周围 6m 以内不得堆放阻碍排水的物品,应保持排水畅通;

5 应定期对排水、防水设备进行检查。

8.2.8 管道防冻检查和维护应符合下列规定:

1 每年冻结期前,均应对有可能冻裂的水管采取保温措施;

2 暖气管道在送汽前,应进行防漏检查;

3 应定期对管道的接口部位进行检查。

附录 A 盐渍土物理性质指标测定方法

A. 0. 1 盐渍土常规物理性质指标的测定应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的规定。

A. 0. 2 盐渍土应分别测定天然和浸水淋滤后两种状态下的比重。前者用中性液体的比重瓶法测定,后者用蒸馏水的比重瓶法测定。

A. 0. 3 细颗粒盐渍土含盐量的测定应按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 执行,并做全盐量分析。

A. 0. 4 含液量应按下式计算:

$$w_B = \frac{w(1+B)}{1-Bw} \quad (\text{A. 0. 4})$$

式中: w_B ——含液量(%);

B ——土中水的含盐量(%). 当 B 值大于在某温度下的溶解度时,取等于该盐的溶解度(表 A. 0. 4-1 和表 A. 0. 4-2);

w ——含水量(%),用常规烘干法测出。

A. 0. 4-1 不同温度下水中盐的溶解度

盐类的 分子式	可结合的 结晶水	温度为 t 时, 100g 溶液中能溶解的盐量(g)		
		$t=0^{\circ}\text{C}$	$t=20^{\circ}\text{C}$	$t=60^{\circ}\text{C}$
NaCl	—	35.7	36.8	37.3
KCl	—	22.2	25.5	31.3
CaCl ₂	6H ₂ O	37.3	42.7	—
CaCl ₂	4H ₂ O	—	—	57.8
MgCl ₂	6H ₂ O	34.6	35.3	37.9
NaHCO ₃	—	6.9	9.6	16.4

续表 A. 0. 4-1

盐类的 分子式	可结合的 结晶水	温度为 t 时, 100g 溶液中能溶解的盐量(g)		
		$t=0^{\circ}\text{C}$	$t=20^{\circ}\text{C}$	$t=60^{\circ}\text{C}$
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	—	16.5	16.6	17.5
Na_2CO_3	$10\text{H}_2\text{O}$	7.0	21.5	31.7
MgSO_4	$7\text{H}_2\text{O}$	—	26.8	35.5
Na_2SO_4	$10\text{H}_2\text{O}$	4.5	16.1	—
Na_2SO_3	—	—	—	45.3
CaSO_4	$2\text{H}_2\text{O}$	0.18	0.20	0.20
CaCO_3	—	—	0.0014	0.0015

表 A. 0. 4-2 不同温度下 Na_2SO_4 在不同浓度的 NaCl
水溶液中的溶解度 (g/100g 水)

10 $^{\circ}\text{C}$		21.5 $^{\circ}\text{C}$		27 $^{\circ}\text{C}$		33 $^{\circ}\text{C}$		35 $^{\circ}\text{C}$	
NaCl	Na_2SO_4	NaCl	Na_2SO_4	NaCl	Na_2SO_4	NaCl	Na_2SO_4	NaCl	Na_2SO_4
0.00	9.14	0.00	21.33	0.00	31.00	0.00	48.48	0.00	47.94
4.28	6.42	9.05	15.48	2.66	28.73	1.20	46.49	2.14	43.75
9.60	4.76	17.48	13.73	5.29	27.17	1.99	45.16	13.57	26.75
15.63	3.99	20.41	13.62	7.90	26.02	2.64	44.09	18.78	19.74
21.82	3.97	26.01	15.05	16.13	24.82	3.47	42.61	31.91	8.28
28.13	4.15	26.53	14.44	18.91	21.14	12.14	29.32	35.63	0.00
30.11	4.34	31.80	10.20	19.64	20.11	32.84	8.76	—	—
32.27	4.53	33.69	4.73	20.77	19.29	33.99	4.63	—	—
33.76	4.75	35.46	0.00	32.33	9.53	34.77	2.75	—	—

A. 0. 5 天然密度的测定应根据土的类型、胶结状态、现场条件及试验条件, 分别采取环刀、蜡封、灌砂和灌水等方法测定。

A. 0. 6 粗颗粒盐渍土应按常规土工试验方法分别进行天然(含盐时)和淋滤后(不含盐)两种状态下的颗粒分析。以淋滤后的试验参数确定名称。

A.0.7 细颗粒盐渍土应按常规土工试验方法分别进行天然(含盐时)状态下的液性、塑性界限含液量和淋滤后(不含盐)状态下的液性、塑性界限含水量分析。以淋滤后的试验参数确定名称。

A.0.8 孔隙比、饱和度、干密度等其他物理性质指标均可根据测得的土粒比重、含液量和天然密度代入计算公式求得。

附录 B 粗粒土易溶盐含量测定方法

B.0.1 碎石土易溶盐总量的测定应采用通过 5mm 筛孔的风干土样不少于 300g,土:水比例为 1:5,含盐量的测定方法应按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 执行,一般应测易溶盐含量,必要时应加测中溶盐及难溶盐含量,并应做全盐量分析。

B.0.2 砂土易溶盐总量的测定采用通过 2mm 筛孔的风干土样不应少于 200g,土:水比例应为 1:5,含盐量的测定方法按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 执行,一般应测易溶盐含量,必要时应加测中溶盐及难溶盐含量,并应做全盐量分析。

B.0.3 应将易溶盐试验中测得的各种离子含量,按其结合原则进行成盐计算,求得各种盐的质量百分含量;各种离子结合的原则应按阳离子与阴离子以等当量的方式结合,且应按盐的溶解度由小到大或由大到小的顺序相结合。

附录 C 盐渍土地基浸水载荷试验方法

C.1 测定溶陷系数的浸水载荷试验

C.1.1 测定溶陷系数的浸水载荷试验适用于现场测定盐渍土地基的溶陷量、平均溶陷系数。

C.1.2 测定溶陷系数的浸水载荷试验适用于各种土质的盐渍土地基,特别是粗粒土或无法取得规整不扰动土的情况。

C.1.3 试坑宽度不宜小于承压板宽度或直径的 3 倍。承压板的面积可采用 0.5m^2 ;对浸水后软弱的地基,不应小于 1.0m^2 。

C.1.4 浸水压力 p 应符合设计要求,一般不宜小于 200kPa ,总加荷分级不宜少于 8 级。

C.1.5 试验过程应按下列步骤进行:

1 根据岩土工程勘察资料,选择对工程有代表性的盐渍土试验点;

2 开挖试坑,在试坑中心处铺设 $2\text{cm}\sim 5\text{cm}$ 厚的中粗砂层,并使之密实,然后在其上安放承压板;

3 逐级加荷至浸水压力 p ,每级加荷后,按间隔 10min 、 10min 、 10min 、 15min 、 15min ,以后每隔半小时测读一次沉降;连续两小时内,每小时的沉降量小于 0.1mm 时,则认为稳定,待沉降稳定后,测得承压板沉降量;

4 维持浸水压力 p 并向基坑内均匀注水(淡水),保持水头高为 30cm ,浸水时间根据土的渗透性确定,以 $5\text{d}\sim 12\text{d}$ 为宜;待溶陷稳定后,测得相应的总溶陷量 s_{rx} 。

C.1.6 盐渍土地基试验土层的平均溶陷系数 $\bar{\delta}_{rx}$ 应按下式计算:

$$\bar{\delta}_{rx} = \frac{s_{rx}}{h_{jr}} \quad (\text{C.1.6})$$

式中： δ_{rx} ——平均溶陷系数；

s_{rx} ——承压板压力为 p 时，盐渍土层浸水的总溶陷量 (cm)；

h_{jr} ——承压板下盐渍土的浸润深度 (cm)，通过钻探、挖坑或瑞利波速测定，瑞利波速测定浸润深度应按本规范附录 G 的规定进行。

C.2 测定盐渍土地基承载力特征值的浸水载荷试验

C.2.1 测定盐渍土地基承载力特征值的浸水载荷试验适用于测定盐渍土地基浸水稳定后的地基承载力特征值和变形参数。

C.2.2 承压板面积不应小于 0.5m^2 ，对于软土，不应小于 1.0m^2 。试验基坑宽度不应小于承压板宽度或直径的 3 倍。

C.2.3 浸水 (淡水) 应在载荷试验加压开始前进行，浸水水头应保持不低于 30cm，加压前的浸水时间应根据土的渗透性确定，宜为 5d~12d。

C.2.4 载荷试验过程中，仍应保持浸水水头不低于 30cm。

C.2.5 应对载荷试验开始前土体浸水产生的沉降进行测定。

C.2.6 加荷分级不应小于 8 级，最大加载量不应小于设计要求的 2 倍。

C.2.7 每级加载后，按间隔 10min、10min、10min、15min、15min，以后每隔半小时测读一次沉降量，当在连续两个小时内，每小时的沉降量小于 0.1mm 时，则认为已趋稳定，可加下一级荷载。

C.2.8 当出现下列情况之一时，即可终止加载：

- 1 承压板周围的土体明显的侧向挤出；
- 2 沉降 s 急骤增大，荷载-沉降 ($p-s$) 曲线出现陡降段；
- 3 在某一级荷载下，24h 内沉降速率不能达到稳定标准；
- 4 沉降量与承压板宽度或直径之比大于或等于 0.06。

C.2.9 当满足本规范第 C.2.8 条前三款的情况之一时，其对应的前一级荷载应为极限荷载。

C.2.10 承载力特征值的确定应符合下列规定：

1 当 $p-s$ 曲线上有比例极限时,应取该比例界限所对应的荷载值;

2 当极限荷载小于对应比例界限荷载值的 2 倍时,应取极限荷载值的一半;

3 当不能按上述两款要求确定时,若压板面积为 0.5m^2 ,可取 $s/b=0.01\sim 0.015$ 所对应的荷载,但其值不应大于最大加载量的一半。

C. 2. 11 同一土层参加统计的试验点不应少于 3 点,各试验实测值的极差不应大于其平均值的 30%,取此平均值作为该土层的地基承载力特征值(f_{ak})。

附录 D 盐渍土溶陷系数室内试验方法

D.1 压缩试验法

D.1.1 压缩试验法适用于可以取得规整形状的细粒盐渍土。

D.1.2 压缩试验应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的规定,在固结仪上测定时,分单线法和双线法两种。

D.1.3 单线法应按常规压缩试验步骤进行,并应符合下列规定:

1 准备:试样按常规步骤装置到固结仪上,预加 1.0kPa 载荷使试样和仪器各部紧密接触,百分表调至零,去掉预压载荷;

2 加荷:0kPa~200kPa 每 25kPa~50kPa 为一级载荷,大于 200kPa 后每 50kPa~100kPa 为一级载荷,逐级加载,每级载荷施压时隔 10min~30min 读取百分表读数,至该级载荷变形稳定为止,变形稳定标准为每小时变形量不大于 0.01mm;

3 浸水加荷:当加荷到试验的浸水压力且变形稳定后,加淡水使试样浸水溶滤,读取浸水后试样变形量至稳定为止;继续逐级加荷到终止压力,读取各级变形量至稳定为止。

D.1.4 双线法是采用两个相同的原状盐渍土样,一个土样不加水逐级加载做压缩试验,另一个在浸水溶滤条件下逐级加载做压缩试验。

D.1.5 试验数据分析和整理应按下列步骤进行:

1 绘制溶陷试验曲线图,见图 D.1.5-1 和图 D.1.5-2;

2 按下式计算试样的溶陷系数:

$$\delta_{ix} = \Delta h_p / h_0 = (h_p - h'_p) / h_0 \quad (\text{D.1.5})$$

式中: h_0 ——盐渍土不扰动土样的原始高度;

Δh_p ——压力 P 作用下浸水变形稳定前后土样高度差;

h_p ——压力 P 作用下变形稳定后土样高度；
 h'_p ——压力 P 作用下浸水溶滤变形稳定后土样高度。

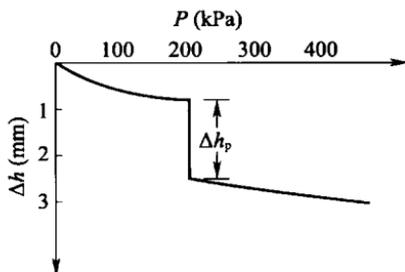


图 D. 1. 5-1 室内溶陷试验(单线法)

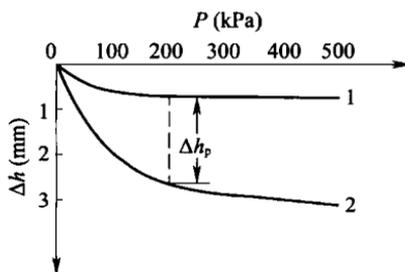


图 D. 1. 5-2 室内溶陷试验(双线法)

D. 2 液体排开法

D. 2. 1 液体排开法适用于测定形状不规则的原状砂土盐渍土及粉土盐渍土的溶陷系数。

D. 2. 2 试验仪器设备应包括：

- 1 烘箱：应能控制温度 $80^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 天平：称重 500g ，感量 0.1g ；
- 3 量筒：容积大于 2000mL ，标好刻度；
- 4 蜡封设备：应附熔蜡加热器；
- 5 金属圆筒：容积 250mL 和 1000mL ，内径为 5cm 和 10cm ，

高为 12.7cm, 附护筒;

6 振动叉: 两端击球应等量;

7 击锤: 锤质量 1.25kg, 落高 15cm, 锤直径 5cm。

D. 2. 3 盐渍土试样干密度 ρ_d 的测定应按下列步骤进行:

1 选取具有代表性的试样, 土块大小以能放入量筒内且不与量筒内壁接触为宜, 清除表面浮土及尖锐棱角, 系上细线, 称试样质量 m_0 , 精确到 0.01g;

2 将蜡熔化, 蜡液温度以蜡液达到熔点以后不出现气泡为准;

3 持线将试样缓缓浸入过熔点的蜡液中, 浸没后应立即提出, 检查试样周边的蜡膜, 当有气泡时应用针刺破, 再用蜡液补平, 冷却后称蜡封试样质量 m_w ;

4 将蜡封试样挂在天平的一端, 浸没于盛有纯水的烧杯(或量筒)中, 测定蜡封试样在纯水中的质量 m' , 并测定纯水的温度 t ;

5 取出试样, 擦干蜡面上的水分, 再称蜡封试样质量 m_w 。当浸水后试样质量增加时应另取试样重新试验;

6 试样的湿密度 ρ_0 应按下式计算:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{\frac{m_w - m'}{\rho_{w1}} - \frac{m_w - m_0}{\rho_w}} \quad (\text{D. 2. 3-1})$$

式中: ρ_0 ——试样的湿密度 (g/cm^3);

m_0 ——试样质量 (g);

m_w ——蜡封试样质量 (g);

m' ——蜡封试样在纯水中的质量 (g);

ρ_{w1} ——纯水在温度 t 时的密度 (g/cm^3);

ρ_w ——蜡的密度 (g/cm^3)。

7 试样的干密度 ρ_d 应按下式计算:

$$\rho_d = \frac{\rho_0}{1 + w} \quad (\text{D. 2. 3-2})$$

式中： ρ_d ——试样的干密度(g/cm^3)；

w ——试样的含水量(%)。

D. 2. 4 盐渍土试样最大干密度 $\rho_{d\max}$ 的测定应按下列步骤进行：

1 将上述试样剥去蜡膜，然后用蒸馏水充分浸泡、淋洗 1d~2d，洗去土中的盐分，将去盐后的试样风干；

2 试样经风干后碾碎，拌匀，倒入金属圆筒进行振击，用振动叉以每分钟往返 150 次~200 次的速度敲击圆筒两侧，并用锤击试样，直至试样体积不变；

3 刮平试样，称圆筒和试样总质量，计算出试样质量 m_d 。根据试样在圆筒内的高度和圆筒内径，计算出去盐击实后的试样体积 V_d ；

4 试样的最大干密度 $\rho_{d\max}$ 应按下式计算：

$$\rho_{d\max} = \frac{m_d}{V_d} \quad (\text{D. 2. 4})$$

式中： $\rho_{d\max}$ ——试样的最大干密度(g/cm^3)；

m_d ——试样质量(g)；

V_d ——试样体积(cm^3)。

D. 2. 5 试样的溶陷系数 δ_{rx} 应按下式计算：

$$\delta_{rx} = K_G \frac{\rho_{d\max} - \rho_d(1 - C)}{\rho_{d\max}} \quad (\text{D. 2. 5})$$

式中： K_G ——与土性有关的经验系数，取值为 0.85~1.00；

C ——试样的含盐量(%)。

附录 E 硫酸盐渍土盐胀性现场试验方法

E.1 单点法

E.1.1 单点法适用于测定现场条件下盐渍土地基有效盐胀区厚度及盐胀量,试验宜在秋末冬初、土温变化大的时候进行。

E.1.2 试验设备宜采用高精度水准仪 1 台,带读尺的深层观测标杆若干个,地面观测板 1 块,铟钢尺 1 个。

E.1.3 试验过程应按下列步骤进行:

1 在试验区的平整地面上砌筑一高为 0.3m 面积不小于 4m×4m 的围水墙,在其中心安放地面观测板,并在 3m 深度范围内,每隔 0.5m 设置深层观测标杆;

2 在试验区范围内均匀注水,直至浸水深度超过 1.5 倍标准冻结深度时为止,并观测地面及各观测标的沉降,直至沉降稳定;

3 进行停止注水后的变形观测,每日观测两次,早 6 时,午后 3 时,直至盐胀量趋于稳定。

E.1.4 将不同深度处测点位移逐日汇总,编绘曲线图(图 E.1.4),由图 E.1.4 可得出该场地地基的有效盐胀区厚度(h_{yz})和总盐胀量(s_{yz})。

E.1.5 平均盐胀系数 δ_{yz} 应按下式计算:

$$\delta_{yz} = s_{yz}/h_{yz} \quad (\text{E.1.5})$$

式中: δ_{yz} ——平均盐胀系数;

h_{yz} ——有效盐胀区厚度(mm);

s_{yz} ——总盐胀量(mm)。

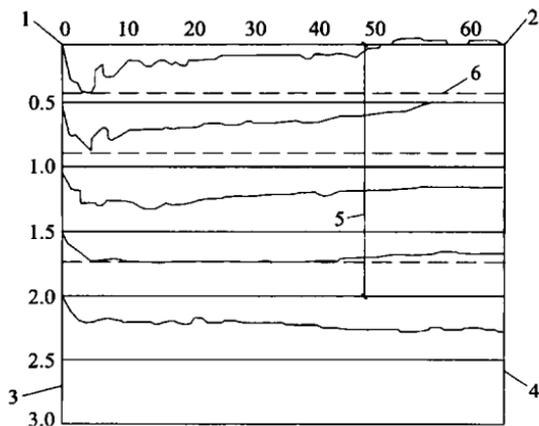


图 E. 1. 4 现场盐胀性试验曲线示意

1—停止注水；2—时间(d)；3—深度(m)；4—测点位移(mm)；
5—有效盐胀区高度(h_{yz})；6—总盐胀量(s_{yz})

E. 2 多点法

E. 2. 1 多点法宜在盐渍土地选择盐胀破坏状况有代表性的三块测试地点进行：无盐胀，表面平整；一般盐胀，表面有裂纹；严重盐胀，表面裂纹鼓包。

E. 2. 2 每个测试地点长、宽宜为 20m~30m，用射钉在地面上布点，测点间距纵向 1.5m，横向 1.0m，每个测试地点不宜少于 100 点。

E. 2. 3 应在 9 月上旬以前，将固定观测测点用水平仪测量一次高程，作为盐胀前基本高程。此后，宜自 11 月至次年 3 月，每月测量 1 次~2 次，确定最大盐胀量高程。

E. 2. 4 本点冬季年度总盐胀量 s_{yz} 应按下列公式计算：

$$s_{yz} = S_{\max} - S_0 \quad (\text{E. 2. 4-1})$$

$$\bar{\delta}_{yz} = \Delta h / h_{yz} \quad (\text{E. 2. 4-2})$$

式中： S_{\max} ——平均最大盐胀量高程(mm)；

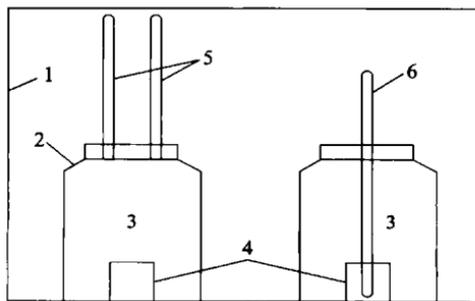
- S_0 ——盐胀前平均路面高程(mm)；
- Δh ——年度盐胀量(mm)；
- h_{yz} ——盐胀深度(mm)，无可靠资料或无方法确定时可取
1600mm~2000mm。

附录 F 硫酸盐渍土盐胀性室内试验方法

F.0.1 本法适用于室内测定硫酸盐渍土的分层盐胀系数,评价土体的盐胀性。

F.0.2 试件制作应取工程所在地有代表性的盐渍土,分两份:一份用于测定其硫酸盐含量;一份风干后加纯水拌制成 $\phi 50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 试样。试样的含水量应控制在最佳范围内,密实度应控制在相应地基压实度范围,试样做好后在 20°C 环境下养护 $12\text{h} \sim 24\text{h}$ 。

F.0.3 应将试件用具有弹性的橡皮膜密封,置于盛有氯化钙溶液的测试瓶内,见图 F.0.3。将安装好的测试瓶放入低温控制箱,从 $+15^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$,每降温 5°C 保持恒温 $30\text{min} \sim 40\text{min}$,通过滴定管读取该温度区胀量值,可求得该温度区的盐胀系数。

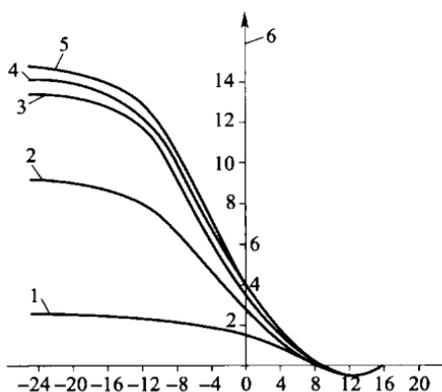


F.0.3 盐胀试验装置示意图

1—冰箱;2—广口瓶;3—氯化钙溶液;4—试件;5—滴定管;6—温度计

F.0.4 试验数据分析应按下列步骤进行:

1 将各组试验数据点绘成各组曲线,见图 F.0.4;



F. 0.4 盐渍土盐胀系数与温度关系

图中曲线状态下,含水量为 18.27%~19.30%;

1—硫酸钠含量 0.633%;2—硫酸钠含量 1.697%;3—硫酸钠含量 3.387%;

4—硫酸钠含量 4.589%;5—硫酸钠含量 5.589%;6—盐胀系数(%)

2 根据试验土样所在土层深度的土基最低气温在“盐胀系数与温度关系图”上读取相应的盐胀系数 δ_{yz} 。

附录 G 盐渍土浸水影响深度测定方法

G. 0.1 本法适用于测定盐渍土地基浸水的影响深度和范围。

G. 0.2 仪器设备应包括：

1 程控信号发生器(包括波形调制器)1台,频率 1Hz~300Hz,分辨率为量程的 0.05%;失真度小于 1%,输出电压 5V;

2 电磁激振器 1 台,频率 1Hz~300Hz,激振力幅值由测试深度定,一般为 400kN~1000kN;

3 功率放大器 1 台,与激振器匹配;

4 电荷放大器 2 个,频率 0.1kHz~200kHz,灵敏度 0.1mV/Pc~10V/Pc;

5 加速度计 2 个,频率 0.1kHz~0.3kHz,灵敏度大于 2000Pc/g;

6 控制计算机 1 台,数据采集仪 1 台,绘图打印机 1 台;

7 程控滤波器 1 台。

G. 0.3 试验过程应按下列步骤进行：

1 在浸水后盐渍土地面的测点两边分别将装有传感器的两个金属锥钉打入土中,两钉相距 0.5m~1.0m,距其中一个传感器距离 0.5m~1.0m 处安放电磁激振器,试验仪器设备布置见图 G. 0. 3-1;

2 检查各仪器设备及其连接是否正常,启动激振器,施加小激振力,检验整套测试系统是否正常工作;

3 输入初始参数:两传感器间距(m),要求检测深度(m);检测深度增量(m);起始检测深度(m);平均次数 n ;

4 按预设的频率变化自动进行扫频激振,并自动计算出沿深度分布土层波速,由绘图打印机绘出曲线(图 G. 0. 3-2)。

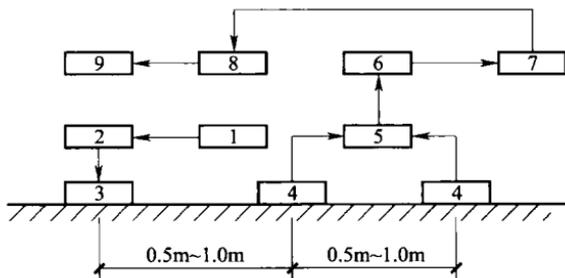


图 G. 0. 3-1 瑞利波速试验仪器设备布置

1—程控信号发生器/波形调制器；2—功率放大器；3—激振器；4—拾振传感器；
5—电荷放大器；6—程控滤波器；7—A/D版；8—控制计算机；9—绘图打印机

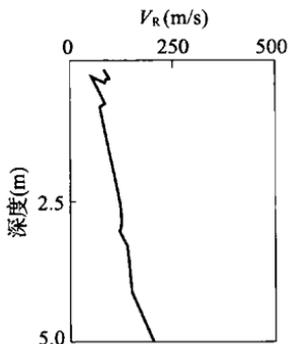


图 G. 0. 3-2 瑞利波速随深度的变化曲线

G. 0. 4 应通过实测波速随深度的变化曲线上的突变点确定测点处的浸水影响深度；由若干测点处的浸水深度连成剖面图，求得地基浸水的影响范围。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《砌体结构设计规范》GB 50003
- 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046
- 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
- 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212
- 《土工合成材料应用技术规范》GB 50290
- 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79

中华人民共和国国家标准

盐渍土地区建筑技术规范

GB/T 50942 - 2014

条文说明

制 订 说 明

《盐渍土地地区建筑技术规范》GB/T 50942—2014,经住房和城乡建设部 2014 年 5 月 16 日以第 417 号公告批准发布。

本规范编制过程中,编制组对国内盐渍土地地区建筑工程情况进行了调查研究,总结了我国在盐渍土地地区进行工程建设的实践经验,开展了相关试验研究和经验总结。

为便于广大勘察、设计、施工、科研、学校、管理等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《盐渍土地地区建筑技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(73)
3	基本规定	(75)
4	勘 察	(83)
4.1	一般规定	(83)
4.2	溶陷性评价	(91)
4.3	盐胀性评价	(93)
4.4	腐蚀性评价	(94)
5	设 计	(96)
5.1	一般规定	(96)
5.2	防水排水设计	(97)
5.3	建筑与结构设计	(98)
5.4	防腐设计	(99)
6	施 工	(100)
6.1	一般规定	(100)
6.2	防水排水工程施工	(101)
6.3	基础与结构工程施工	(101)
6.4	防腐工程施工	(102)
7	地基处理	(103)
7.1	一般规定	(103)
7.2	地基处理方法	(103)
8	质量检验与维护	(114)
8.1	质量检验	(114)
8.2	监测与维护	(114)
附录 A	盐渍土物理性质指标测定方法	(115)

附录 B	粗粒土易溶盐含量测定方法	(117)
附录 C	盐渍土地基浸水载荷试验方法	(118)
附录 D	盐渍土溶陷系数室内试验方法	(121)
附录 E	硫酸盐渍土盐胀性现场试验方法	(122)
附录 F	硫酸盐渍土盐胀性室内试验方法	(123)
附录 G	盐渍土浸水影响深度测定方法	(124)

1 总 则

1.0.1 本规范总结了近年来盐渍土地地区的建设经验和科研成果,是盐渍土地地区从事建筑工程的技术法规,体现了我国现行的建设政策和技术政策。

在盐渍土地地区进行建设,防止地基溶陷、盐胀及腐蚀,保证建筑工程质量和建(构)筑物的安全使用,做到技术先进、经济合理、保护环境,这是制订本规范的宗旨和指导思想。

1.0.2 场地地基土中易溶盐平均含量大于或等于 0.3%时可定为盐渍土地,对含中溶盐为主的盐渍土,可根据其溶解度和水环境条件折算后按本规范执行。

(1)本规范应用时,应区分盐渍土、盐渍土地基和盐渍土地三者不同概念。盐渍土地基是指在地基主要受力层范围内,由盐渍土构成的地基;盐渍土地是指建(构)筑物的有效环境影响范围内由盐渍土构成的场地。

(2)本规范中的盐渍土不包括盐岩以及含盐量大于 20%(或以盐为主)的土体。

我国盐渍土主要分布在新疆、青海、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、西藏等地区,此外,东北地区也有部分盐渍土分布。盐渍土地地区的建筑工程的勘察、设计、地基处理、施工、检测、监测和维护,均应按本规范的规定执行。

1.0.3 一般情况下的盐渍土具有溶陷、盐胀及腐蚀中的一种或几种工程危害性,这些危害多表现为遇水加剧,土体强度和结构发生显著变化,对建筑物危害较大。为此,本条强调在盐渍土地地区要根据不同盐渍土的特点和工程要求,因地制宜,采取以防为主、防治结合、综合治理的方针,防止盐渍土地基对建筑物产生

危害。

1.0.4 本规范根据我国盐渍土的特征编制,盐渍土地区的建筑工程除应执行本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

3 基本规定

3.0.1 盐渍土的溶陷性、盐胀性、腐蚀性与其所含盐分的类型和数量息息相关。由于各类盐分的溶解度不同,所以在同一盐渍土地区,不同的地理、地貌、工程地质和水文地质环境下,其分布在宏观上是有一定规律的。

地形地貌对盐渍土的形成有很大影响,从而也影响了盐渍土的类型和分布规律。以青海省为例,从昆仑山向柴达木盆地中心,按地貌单元依次可分为:山前区,山前冲、洪积倾斜平原区,冲、洪积平原区,湖积平原区和察尔汗盐湖区。地形由陡变缓,土的粒径组成也由粗变细,从卵石、砾石、砾砂逐步过渡到粗、中、细、粉砂以及粉土或黏性土,地下水位离地表逐渐由深变浅。由于碳酸盐的溶解度小,所以在山前冲、洪积倾斜平原区,形成以碳酸盐为主的盐渍土带。而在冲、洪积平原区,则成为过渡带,从含少量的碳酸盐,过渡到以含硫酸盐为主的硫酸盐、亚硫酸盐和氯盐渍土。在毗邻察尔汗盐湖的湖积平原区,地下水位很高,土中含的主要是易溶的氯盐。

故在盐渍土地区选址时,要注意通过分析盐渍土的成因及分布规律,尽量选择溶陷性、盐胀性、腐蚀性小的场地。

此外,水环境和地质环境是影响盐渍土溶陷性、盐胀性和腐蚀性的直接因素和重要因素,故在进行规划时,要尽量避开水环境和地质环境变化大的地段以及有外源盐分补充的地段和盐渍化倾向的场地。土壤盐渍化分区可参考表 1。

3.0.2 本条对盐渍土地区工程建设的全过程进行了规定,要求在勘察、设计、施工、使用和维护期间,均要考虑盐渍土的溶陷性、盐胀性和腐蚀性对工程建设的影响。关于勘察、设计、施工、使用和维护的具体规定,在本规范第 4 章~第 8 章进行了详细的说明。

表 1 中国土壤盐渍化分区表

区名	范围	气候特征						水文、水文地质特点	积盐特征及盐渍类型
		灾害性天气	干燥度	年蒸发量 (mm)	年降水量 (mm)	$\Sigma t(^{\circ}\text{C})$	无霜期 (d)		
滨海湿润~半湿润海水浸渍盐渍区	沿海一带,北起辽东半岛经渤海湾、黄海、东海、台湾海峡、南海、海南岛等滨海	中部及南部时有台风袭击、偶有海啸袭击,造成局部海浸	1.0~1.5		400~700	3200~4100	北部 165~225	地处河流下游,河流出口与海洋相通。水质有规律地呈带状分布,越靠近海矿化度越高	盐渍类型主要以 NaCl 为主,北部含有 NaHCO ₃ 成分,南部有酸性硫酸盐
			0.75~1.0		800~2000	4500~8000	中部 240		
			0.5~1.0	800~1800	1200~2000	8000~9500	南部 240~365		
东北半湿润~半干旱草原盐渍区	三江平原、松嫩平原和辽河平原	寒冷、冻结期长	1.0~1.5	1600~1800	400~800	2000~3400	120~180	除黑龙江、松花江、辽河等外流河外,还有许多无尾河,积水成为泡子,地下水和泡子水多含 NaHCO ₃ 成分	冻融过程对盐分积累有重要影响,土壤和地下水的 NaHCO ₃ 含量占总盐量的 50%~80%

<p>黄淮海 半湿润~ 半干旱耕 作盐渍区</p>	<p>冀、鲁、 豫、苏、皖的 黄河、淮河、 海河的广大 冲积平原</p>	<p>常受 旱、涝危 害</p>	<p>1.0~1.5</p>	<p>1800~2000</p>	<p>500~700</p>	<p>3400~4500</p>	<p>170~220</p>	<p>主要为黄河、 淮河、海河三大 水系。黄河为 地上河,对两岸 有很大威胁</p>	<p>在低矿化条 件下积盐,具有 季节性积盐或 脱盐,盐分在土 壤中表聚性很 强,以 SO_4-Cl 盐或 Cl-SO_4 盐 为主</p>
<p>内蒙古 高原干 旱~半荒 漠盐渍区</p>	<p>内蒙古东 部高平原的 呼伦贝尔和 中部草原, 狼山以北直 抵中蒙边境</p>	<p>常遇寒 冷暴风雪 的袭击</p>	<p>1.25~1.5</p>	<p>2000</p>	<p>200~350</p>	<p>2000~3000</p>	<p>140~160</p>	<p>除海拉尔河、 伊敏河等外流 河外,内流水系 发育成咸水湖、 盐湖</p>	<p>在干旱草原 条件下,碱土具 有明显的剖面 发育。在河迹 和湖周发育为 $NaHCO_3$ 草甸 盐渍土,还有大 面积的潜在盐 渍土</p>

续表 1

区名	范围	气候特征						水文、水文地质特点	积盐特征及盐渍类型
		灾害性天气	干燥度	年蒸发量 (mm)	年降水量 (mm)	$\Sigma t(^{\circ}\text{C})$	无霜期 (d)		
黄河中、上游半干旱~半荒漠盐渍区	陕、甘、青、蒙的一部分和宁大部分黄河流经地区	受干旱威胁, 又常遭受强暴雨而发生水土流失		1800~2400	150~500	2500~3500	140~180	黄河流经本区, 在鄂尔多斯高原内有一些盐池和碱池	黄土高原中有潜在盐渍化, 在黄河河套冲积平原有利碱土、 NaHCO_3 盐渍土以及 $\text{SO}_4\text{-Cl}$ 盐或 Cl-SO_4 盐渍土等
甘、新、蒙干旱~荒漠盐渍区	河西走廊、阿拉善以西和准葛尔盆地	受干旱、风沙威胁		2000 以上	100~200, 个别<100	2500~3500		除新疆额尔齐斯河外流外, 其余均为内流区, 盐湖、咸水湖发育	残余积盐大面积发育, 土壤盐渍化发育

青、新 极端干旱 ~荒漠盐 渍区	吐鲁番盆 地、塔里木 盆地、疏勒 河下游和柴 达木盆地	受干 旱、风沙 威胁		2000~3000	15~80	2000~4000		完全封闭的 内流盆地,盐 湖、盐池、咸水 湖大量分布	土壤盐渍化 普遍存在,各种 类型的盐渍土 均有发育,残余 积盐过程和现 代积盐过程大 面积分布
西藏高 寒荒漠盐 渍区	青藏高原	受高原 恶劣天气 变化影响			100~300, 个别<100			羌塘高原闭 流区,咸水湖广 泛发育	冻融过程对 盐分富集有重 要影响,盐渍土 主要分布在湖 周边和河谷低 地,盐渍类型以 硫酸盐为主

注: $\sum t$ 为日平均气温不低于 10℃ 时期内的年积温。

盐分的迁移直接关系到盐渍土的成因。盐渍土中的盐分主要来源于岩石、工业废水、海水入侵等,盐分的迁移主要是靠风力和水流完成。在干旱地区,大风常将盐或含盐的土粒和粉尘吹落到远处,积聚起来,使盐分重新分布;雨水、冰雪融水等水流,一部分渗入地下,其余形成地表水,从地势高处流向低处,地表水和地下水将其流动过程中所溶解的盐带到低洼处,有时形成较大的盐湖,在含盐水流经的途中,如遇到干旱的气候条件或地区,水流中的部分盐分就会因强烈的地面蒸发而析出并积聚在那里。近年来,由于人类的活动,尤其是工程建设活动,也使得不少本来不含盐的土层产生盐渍化,形成次生盐渍土。在盐渍土地区的工程建设,尤其是在地基处理过程中,一定要对处理方法进行全面分析,避免造成“边治理,边污染”,杜绝在治理盐渍土的同时发生非盐渍土盐渍化或弱盐渍土强盐渍化的现象。

3.0.3~3.0.5 盐渍土的分类方法很多,但分类原则一般都是根据盐渍土本身特点,按其对工业、农业或交通运输业的影响和危害程度进行分类。盐渍土对不同工程对象的危害特点和影响程度是不同的,如对铁路或公路的危害,与对建筑物的地基和基础就不同,所以各部门根据各自的特点和需要来划分盐渍土类别。此外,尚应指出,各种盐渍土分类方法中的界限,都是人为确定的,考虑的因素和角度不同,盐渍土分类的界限值也不完全相同。本规范采用的几种盐渍土分类方法,综合考虑了盐渍土地区的工程建设特点。

(1)按含盐化学成分分类(第 3.0.3 条):地基中常含多种盐类,不同性质盐的含量多少,影响着盐渍土的工程性质。如含氯盐为主的盐渍土,因氯盐的溶解度较大,遇水后土中的结晶盐极易溶解,使土质变软,强度降低,并产生溶陷变形。此外,其盐溶液会对钢筋混凝土基础和其他地下设施中的钢筋或钢材产生腐蚀。含硫酸盐为主的盐渍土,除会产生溶陷变形外,其中的硫酸钠(俗称芒硝)在温度和湿度变化时,还将产生较大的体积变形,造成地基的

膨胀或收缩,此外,其溶液对基础和其他地下设施的材料也会产生腐蚀作用。碳酸盐对土的工程性质的影响,视盐的成分而定,碳酸钙和碳酸镁等很难溶于水,对土起着胶结和稳定的作用,而碳酸钠和碳酸氢钠则使土在遇水后产生膨胀。因此,需要对盐渍土中含盐成分按常规方法进行全量化学分析,确定各种盐的含量,然后进行分类,以判断哪种或哪几种盐对盐渍土的工程性质起主导作用。对此,目前一般采用 0.1kg 土中阴离子含量的比值作为分类标准。土中的主要成分一般为氯盐、硫酸盐和碳酸盐,故根据氯离子、硫酸根离子、碳酸根离子和碳酸氢根离子含量的比值,按表 3.0.3 分为氯盐渍土、亚氯盐渍土、亚硫酸盐渍土、硫酸盐渍土、碱性盐渍土。该分类对盐渍土中的含盐成分作出了定性的间接说明,而作为建筑物地基,其危害性则并不十分清楚。此外,该分类多适用于路基的设计,也可供建筑物地基设计时参考。

(2)按含盐量分类(第 3.0.4 条):综合国内外对盐渍土按含盐量进行分类的方法,可知以含盐量作为单一指标来区分盐渍土工程危害的严重程度是不合理的,无法准确反映它对工程的实际危害性。例如,易溶盐含量超过 0.5% 的砂土,浸水后可能产生较大溶陷,而同样的含盐量对黏土几乎不产生溶陷;即便对同一类土,含盐量和含盐性质相同,其溶陷性也可能相差甚远,对土骨架紧密接触的结构,盐仅填充土中孔隙,盐的溶解对土的结构变化影响较小;反之,如土骨架之间是通过盐结晶胶结的,则盐的溶解使土的结构完全解体,造成很大的溶陷变形。表 3.0.4 是在现行行业标准《铁路工程特殊岩土勘察规程》TB 10038 对盐渍土按含盐量分类的基础上,结合近年来对盐渍土含盐量与盐渍土危害程度的关系研究,做了一定的修改得出的。

(3)现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 对易溶盐的测定中,未规定粒径范围,但近年来的大量工程实践表明:相同的含盐量和相同的含盐类型,在不同粒径的土体中表现出不同的溶陷性和盐胀性,为此,本规范区分了粗颗粒盐渍土和细颗粒盐

渍土,并采用不同的含盐量测试规定。粗颗粒盐渍土是指粗粒组土粒质量之和多于总土质量 50% 的盐渍土,细颗粒盐渍土是指细粒组土粒质量之和多于或等于总质量 50% 的盐渍土。粒组范围如下:粗粒组 $\geq 0.075\text{mm}$,细粒组 $< 0.075\text{mm}$,其中,粒组大于 2mm 土粒质量之和多于总土质量 50% 的粗粒土称为碎石土,粒组介于 0.075mm~2mm 的土粒质量之和多于总土质量 50% 的粗粒土称为砂土。

3.0.6 关于水文和水文地质条件以及气候环境条件,需结合当地经验资料进行判断,必要时要进行现场专业测定。

3.0.7 区分地基基础设计等级对于采取工程措施、保证工程安全、合理确定投资等都是必要的,因此,本规范基本上引用了现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的分级方法。

3.0.8 盐渍土基本上是属于被盐污染的污染土,而盐的变化(相变和迁移)受环境的影响很大,影响土壤的环境因素主要是水、温度、湿度,因此,本条规定需进行水、温度和湿度对盐渍土影响的评价。

3.0.9 由于环境条件尤其是水环境对盐渍土的工程危害性具有决定性作用,故本规范以此为依据对盐渍土场地的使用环境进行了划分。有的项目寿命周期较短,在寿命期内水环境可以有效预测;有的项目位置特殊(如位于沙漠或戈壁)并且有长期气象观测资料,可以准确预测水环境条件。

3.0.10 同时设计、同时施工、同时交付使用的规定可确保盐渍土的使用环境与设计时考虑的环境条件相同。

3.0.11 盐渍土的腐蚀作用和溶陷变形、盐胀变形有时是缓慢发生的,并且在地下,不易被发现,因此,对重要建筑物宜进行长期观察。

3.0.12 对大部分土体和地下水来说,腐蚀是共性问题,只是程度不同而已,所以,对无溶陷性和无盐胀性的土应按非盐渍土对待。

4 勘 察

4.1 一 般 规 定

4.1.1 盐渍土是具有特殊性质的土,其勘察工作除应首先满足现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的要求外,还应满足本规范的要求。

1 为分析盐渍土的形成与气候条件的关系,通常收集气温、地温、湿度、降水、蒸发等 5 个主要气象要素及土的最大冻结深度、干燥度等气象资料,其中降水和蒸发两个要素最为重要。极端干旱的气候条件,不仅能加速地表盐分的积累,同时气温的剧烈变化改变着盐类的溶解度和相态,影响盐渍土的工程性质。

干燥度是划分气候干旱程度的指标,目前多采用中国科学院自然区划工作委员会(1959 年)采用的计算公式:

$$DI = E/r \quad (1)$$

式中:DI——干燥度;

E ——可能蒸发量($0.016 \sum t$)(mm);

$\sum t$ ——日平均气温不低于 10°C 时期内的积温($^{\circ}\text{C}$),可按表 1 取值;

r ——同期降水量(mm)。

2 盐渍土地区植物生长和分布与土中含盐程度和类型、地下水位深度及矿化度等有密切关系,利用植物的这一特点,对于查明盐渍土的分布规律及地下水的赋存条件、矿化度都很有帮助,可节省勘探、试验工作量,收到事半功倍的效果。在植物调查中,要充分利用指示植物的作用,并掌握如下工作方法:

(1)首先收集区域性各种盐渍土指示植物的有关资料和标本,熟悉其名称、生态特征;

(2)对已确定盐渍土类型的地段,应详细描述记录代表性植物的有关特征;

(3)根据各种植物的生长变化情况和生态习性,研究植物分布与地下水、地表盐渍化程度和类型的关系。

通过地表植物的生长情况和植物的耐盐性质调查,可初步判断盐渍土的类型。植物在生长时,吸收地下水,而将盐分“遗留”在土中,间接加大了地下水的矿化度。如:芦苇生长于地下水位较浅的弱盐渍土地带;胡杨生长于地下水位较深的弱盐渍土地带;盐角草生长于沼泽盐渍土地带,土层含盐量较低,硫酸盐多于氯盐,碳酸盐含量低;盐梭梭生长于潮湿的土层,地下水位一般为 1m~2m,土层含盐量较高;盐穗木生长于含盐量高的土层;盐蓬生长于干燥的土层,含盐量较低,含碱量较高。盐渍土地区常见的指示植物种类如表 2 所示。

表 2 盐渍土地区常见的指示植物种类

盐渍土名称	常见的指示性植物
氯盐渍土	碱蓬(盐蒿)、盐爪爪、芨芨草、白刺
硫酸盐渍土	盐穗木、琵琶柴、盐梭梭、怪柳、骆驼刺、甘草
碱性盐渍土	碱蒿、苜蓿蒿、羊胡子堆、铺草、海乳草、胡杨、剪刀股

3 盐渍土场地及附近地区已有建(构)筑物的长期使用情况,对盐渍土的腐蚀性、盐胀性、溶陷性均有反映,是盐渍土地区勘察工作的良好建筑实例。

4 盐渍土的成因是决定盐渍土各项性质的主要因素。我国盐渍土的分布范围很广,青海、新疆、西藏等西部地区有大面积的内陆盐渍土,沿海各省有滨海盐渍土,内地还有冲积平原盐渍土。这三种盐渍土在成因、颗粒级配、厚度和工程特性上各不相同。内陆盐渍土的特点是:成因复杂,颗粒粗细混杂,厚度多变,对工程危害性大。在成因方面,这类盐渍土有冲积、洪积和风积等;在颗粒级配上,从以粗颗粒为主、粗细混杂的碎石土到以细粒为主的黏性土、粉土、黄土状土都出现过;在厚度上,从几米到超过 20m 不等,

变化很大;在对工程的危害性方面,干燥的盐渍土以溶陷性为主、盐胀性次之、腐蚀性较轻,含水量大的盐渍土则以腐蚀性为主,基本不具有溶陷性。滨海盐渍土和冲积平原盐渍土在颗粒级配上主要是细颗粒的黏性土,厚度均不大,一般不超过 4m,其工程危害性也比较单一,主要是腐蚀性。

分布范围包括盐渍土在平面和竖向的范围。竖向范围指盐渍土在竖向的分布位置和厚度;针对大面积建设项目,应在平面上划分盐渍土的分布区域。

盐渍土中含盐化学成分和含盐量对盐渍土的工程特性影响较为显著。氯盐类的溶解度随温度变化甚微,吸湿饱水性强,使土体软化;硫酸盐类则随温度的变化而产生胀缩,破坏土体结构使其强度降低;碳酸盐类的水溶液有强碱性反应,使黏土胶体颗粒分散,引起土体膨胀。

5 地表水所携带的盐分受流经地层的控制,其排泄和积聚情况决定了盐渍土的沉积位置和厚度。

6 地下水所含盐分决定盐渍土的含盐成分,同时地下水矿化度越高,向土层输送的盐分越多;地下水的埋深、变化幅度与盐分的积聚有密切关系,地下水位越高,蒸发越强,土层的积盐也越强;毛细水上升会携带盐分上升,为上部地层提供盐分,使土层的积盐发生变化。

8 盐渍土遇水后,可溶盐溶解于水或流失,致使土体结构松散,在土的饱和自重压力或附加压力作用下,产生溶陷。盐渍土溶陷性的大小与可溶盐的性质、含量、赋存状态、水的径流条件和浸水时间长短有关。

9 盐渍土地基产生盐胀的原因,一般是土中硫酸钠在温度或湿度变化时结晶而发生体积膨胀。硫酸钠的溶解度随温度变化而变化,当温度由高变低时,硫酸钠的溶解度降低,硫酸钠结晶析出,同时结合水分子,最多可结晶 10 个水分子,体积膨大 3 倍以上。温度上升时,硫酸钠的溶解度升高,至 32.4℃ 时可形成无水硫酸

钠。温度在 $-5^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 区间,硫酸钠体积变化最大。

10 在盐渍土地区进行勘察时,要特别注意内陆地区干燥的盐渍土,这种土在天然状态下有较高的结构强度,较大的地基承载力,但一旦浸水后会产生较大的溶陷变形,对工程建设的危害极大。

11 盐渍土地基的主要特点是:浸水后因盐溶解而产生地基溶陷;在盐类溶滤过程中,土的物理力学性质会发生变化,其强度指标显著降低;某些盐渍土(如含硫酸钠的土),在温度和湿度变化时,会产生体积膨胀,对建(构)筑物和地面设施造成危害;土中的盐溶液会导致建(构)筑物基础或地下设施的材料腐蚀。因此,对盐渍土地基上建(构)筑物或其他设施的设计、施工以及使用和维修时,均应充分考虑到这些特点,并结合各地盐渍土的区域特点(地形、地貌、气候和地下水等条件),根据具体情况,因地制宜,采取防水与地基处理或结构措施相结合的综合治理原则,以防为主,实践证明,按照这一原则,可以保证建(构)筑物的安全和正常使用。

4.1.2 本条规定了勘察工作宜分阶段进行,是根据工程建设的实际情况,并结合岩土工程勘察多年的经验规定的。不同设计阶段对勘察成果要求的深度不一样。工作中应结合设计阶段、工程规模和盐渍土地地及地基条件等情况进行相应阶段的勘察工作,但要求每个工程均分阶段进行是不实际也不必要的,勘察单位应根据任务要求和客观情况进行相应阶段的勘察工作。在有经验的地区,当建筑平面布置已经确定,且工程规模较小,已有资料可以满足各阶段设计要求时,可直接进行一次性详细勘察。但内陆盐渍土地区工程场址一般位于远离城镇和岩土工程勘察资料缺乏的地区,大多处于荒漠区,没有任何经验资料可借鉴,为提高勘察资料的准确性并避免设计的盲目性,有条件时应尽量分阶段进行勘察。

对于工程地质条件复杂的盐渍土地区或有特殊要求的建(构)筑物,常规勘察周期内可能无法查清盐渍土的分布、类型及工程地

质性质,需要在施工阶段进行进一步勘察或投入更多时间和精力进行专门勘察。

盐渍土地区分阶段勘察工作除首先满足现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的要求外,还要满足本条的分阶段勘察要求,针对盐渍土的特性进行勘察工作。

1 可行性研究勘察阶段又称为选址阶段勘察,本阶段对无任何岩土工程资料的大型场址尤其重要,其主要任务是对盐渍土地表的适宜性进行评价和场址方案的比选分析,以收集资料和工程地质调绘为主。

盐渍土地表形态是一定盐渍化程度和类型的外表特征,通过工程地质调查,能大致判断各种盐渍土的分布的规律,如表 3 所示。

表 3 不同盐渍土地表形态特征

盐渍土类型	地表形态特征
氯盐渍土	地表常结成厚度几厘米至几十厘米的褐黄色坚硬盐壳,地表高低不平,波浪起伏,犹如刚犁过的耕地,足踏“咔嚓咔嚓”作响,盐壳厚者相对积盐较重,盐壳较薄或呈结皮状者积盐较轻
硫酸盐渍土	因盐胀作用,表面形成厚约 3cm~5cm 的白色疏松层,似海绵,踏之有陷入感,白色粉末尝之有苦涩味
碱性盐渍土	地表常有白色的盐霜或结块,但厚度较小,仅数毫米,结块背面多分布有大量小孔,白色粉末尝之有咸味。胶碱土地表很少生长植物,干燥时龟裂,潮湿时则泥泞不堪

2 初步勘察阶段的主要内容为对拟建盐渍土地表作出适宜性评价。场地适宜性问题(包括地基处理和防护方案)应在初勘阶段基本解决,不宜留给详细勘察阶段。

3 详细勘察阶段,建(构)筑物总平面已经确定,需要对具体单体工程地基基础的设计提供详细的盐渍土岩土工程勘察资料和设计施工所需的岩土参数,并应进行相应的岩土工程评价与建议。

4.1.3 表聚性盐渍土取样应以探井、探槽为主。本条依据现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021,为方便盐渍土地区进行勘

察工作,根据场地复杂程度和勘察阶段,对勘察工作量的布置区别对待。

本条不对勘探点的数量作出具体规定,只作原则性规定,是根据众多勘察单位的实际工作经验而来。以往对勘探点数量作具体规定,一方面,使勘察工作人员受限于规定,不能发挥高水平技术人员的专业知识和主观能动性;另一方面,个别勘察工作人员死板执行规定,却未能查明盐渍土的分布规律,故本条规定不应少于 3 个勘探点,仅仅为满足采取土试样和数据比对的需要。

根据盐渍土地基特点,提出了勘探深度以钻穿盐渍土或至地下水水位以下 2m~3m 为宜,这样才能满足地基沉降计算的需要。每一个建筑场地,原则上要求有一个勘探点钻穿盐渍土层,这对于选择合理的地基处理措施是十分重要的。考虑到西北地区有些山前倾斜平原,含盐的碎石土层很厚,可能超过 20m,在这种情况下,勘探深度可为 15m~20m,对于一般建筑工程,可以满足要求。

4.1.4 根据大量调查资料统计,盐渍土的含盐量一般是距地表不深处变化较大,尤其是表层 2.0m 深度盐分比较富集,深部变化较小。因此,对取土样间隔的规定,浅层较小深部较大。建筑工程项目不同,其地基要求、基础形式、防护措施不同,故取样深度不同。

4.1.5 通常盐渍土需要测定的物理指标与一般土相同,但因盐渍土的三相组成与常规土不同,区别在于其固态骨架中除土的固体颗粒外,还有不稳定的结晶盐,遇水后部分或全部转变成液态,如同冻土中的冰结晶一样。所以,测定盐渍土的物理指标时应考虑到两种状态,即天然状态和浸水(盐溶解后的)状态。盐渍土中难溶盐基本不溶解,故可作为固体骨架,所以在测定盐渍土的物理指标中,含盐量中不包含难溶盐,至于是否包含中溶盐,则视具体情况而定。就我国西部青海、新疆地区的盐渍土来说,中溶盐的含量均比较小,一般为 1% 左右,即使有条件使土中全部中溶盐溶解(而实际溶解度很小,如石膏仅为 0.2%),对物理指标的影响也不大。考虑到中溶盐含量的分析试验较为困难,本规范除以中溶盐

为主的盐渍土外,可不考虑中溶盐对物理指标的影响。

4.1.6、4.1.7 这两条的试验项目是根据现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 对水和土腐蚀性评价部分并结合盐渍土的特点作出的。地下水水质分析与其上部土层中的盐应同时进行测定,进行相互验证。此外,地下水的取样应根据勘察深度确定。

4.1.8 盐渍土层中毛细水的上升可直接造成地基土或换填土吸水软化及次生盐渍化,促使溶陷、盐胀等病害的发生,为此,盐渍土地区勘察应查明土中毛细水强烈上升高度,为地基设计提供依据。

盐渍土毛细水强烈上升高度的观测,可根据场地条件选用试坑直接观测法、曝晒前后含水量曲线交汇法和塑限与含水量曲线交汇法,黏性土用塑限含水量判定。这些毛细水强烈上升高度的确定方法,是铁道部一院多年来在南疆铁路、青藏铁路、南疆公路、和静及焉耆等地区的试验观测成果,其理论建立在土中水存在状态和转移途径的基础上。地下水向上运移主要通过下列方式:
①由于毛细水与地下水表面压力梯度所引起的毛细水上升运动;
②由于土孔隙中不同浓度溶液的渗透压力梯度所引起矿化水渗透运动;
③由于土粒表面电分子的吸附力梯度所引起薄膜水楔入运动;
④由于蒸汽压力梯度所引起气态水扩散运动。在上述四种运动方式中,毛细水上升运动和矿化水渗透运动是属于自由水运动,其运动速度快、溶盐能力强、参与运动的水量大,对土中的水、盐运移起着主导作用。从物理意义上看,当黏性土处于塑限、砂类土处于最大分子吸水率时,土中的水属于结合水,大于这个含水量界线便转化为自由运动的毛细水;从盐胀角度而言,当土中含水量超过塑限或最大分子吸水率时,就会出现显著的聚水现象,从而导致盐胀灾害,促进土中盐分的转移。

毛细水强烈上升高度可用下列方法测定:

(1)直接观测法:在开挖试坑 1d~2d 后,直接观测坑壁干湿变化情况,变化明显处至地下水位的距离,为毛细水强烈上升高度。

(2) 曝晒法:

①当测点地下水位深度大于毛细水强烈上升高度与蒸发强烈影响深度之和时,分别在开挖试坑的时刻和曝晒 1d~2d 后,沿坑壁分层(间距 15cm~20cm)取样,测定其含水量并按图 1 格式绘制含水量曲线,两曲线最上面的交点至地下水位的距离为毛细水强烈上升高度,两曲线最上面的交点至地面的距离为蒸发强烈影响深度。

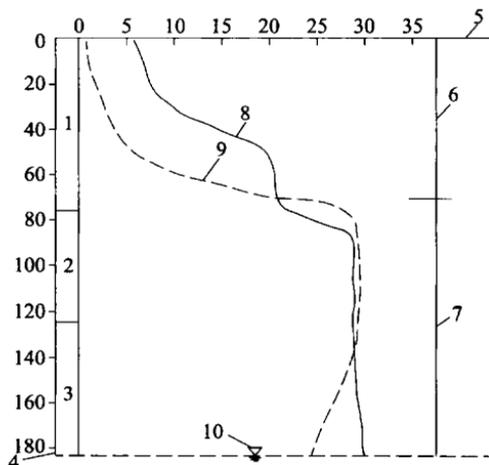


图 1 曝晒法测定毛细水最大上升高度

- 1—粉质黏土;2—粉土;3—粉砂;4—深度(m);5—含水率(%);
6—蒸发强烈影响深度;7—毛细水强烈上升高度;8—天然含水率曲线;
9—曝晒后含水率曲线;10—地下水位线

②当测点地下水位较浅,毛细水强烈上升高度超出地面,不能在天然土层中直接测出时,可利用测点附近的高地、土包或土工建(构)筑物进行观测,不得已时,尚可人工夯填土堆,待土堆中含水量稳定后再进行观测,方法同上。

(3)塑限含水量曲线交汇法:于试坑壁每隔 15cm~20cm,取样做天然含水量测定,并根据土质成分,黏性土做塑限含水量、砂类土做筛分试验,并绘制天然含水量分布曲线,如图 2 所示,用竖

直线段在图上标出相应土层的塑限，竖直线段与含水量曲线最上面的交点即为毛细水强烈上升高度的顶点，此点到地下水位的距离为毛细水强烈上升高度。

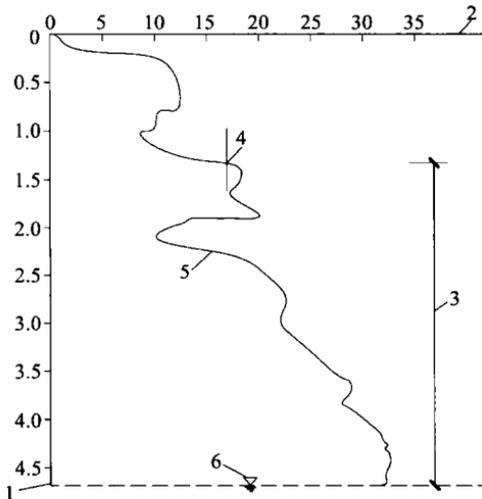


图 2 塑限法测定毛细水上升高度

1—深度(m);2—含水率(%);3—毛细水强烈上升高度;

4—对应的土层塑限;5—开挖试坑时含水率曲线;6—地下水位线

4.1.9 可以采用钻孔对地下水位进行持续观测。通过对地下水位的动态观测,有助于分析场地、地基的盐渍化发展趋势,以便做好相关防护工作。

4.2 溶陷性评价

4.2.1 本条源于我国新疆、青海等盐渍土地区多年来工程建设的经验总结。

4.2.2 本条规定了盐渍土溶陷性的试验方法。根据统计,干燥和稍湿盐渍土才具有溶陷性,且大都为自重溶陷性,土的自重压力一般均超过起始溶陷压力。所以,没有必要再区分自重溶陷与非自重溶陷,故本规范仅采用溶陷系数作为评价盐渍土溶陷性的指标。

关于确定盐渍土溶陷系数的试验方法,应根据土质条件而定。对于土质比较均一、不含粗砾的黏性土、粉土和含少量黏性土的砂土,均可采取原状土,以室内压缩试验测定溶陷系数,其测定方法与黄土的湿陷系数相似;对于土质不均一、含砂土盐渍土以及碎石土盐渍土,难以采取原状土,则需在现场进行浸水载荷试验,实践证明,现场浸水载荷试验测定的盐渍土平均溶陷系数与实际情况最为接近,且对各类盐渍土均可采用;液体排开法适用于难以取出完整不扰动土样,但可以取得形状不规则完整土块的盐渍土。

4.2.3 现场浸水载荷试验方法测定的盐渍土溶陷系数最接近实际,故认为是最基本的方法。每一建筑场区,特别是重要建筑,均应进行现场浸水载荷试验,结合其他试验方法,综合判定盐渍土的溶陷性,比较可靠。如果现场条件许可,每个建筑场地最好进行大型试坑浸水试验,试坑直径大于或等于 10m,浸水时间 40d~60d,水头保持 30cm,这种试验最为可靠。有的大型试坑浸水试验可与强夯、振动碾压处理结合进行。

4.2.4~4.2.6 有关非溶陷性土溶陷系数 δ_{rx} 小于 0.01,是参考行业标准《盐渍土地区建筑规范》SY/T 0317 并结合我国西部地区盐渍土的特点规定的,由于盐渍土浸水后的溶陷发展速度一般比黄土快,尤其对砂土和碎石土盐渍土(而黄土为黏性土,浸水后尚有一定黏性),故比《湿陷性黄土地区建筑技术规范》GB 50025 中有关湿陷性黄土的标准湿陷系数 0.015 要严格。有的盐渍土均匀性比黄土差得多,渗透性大。工程经验表明,溶陷引起的建(构)筑物的破坏性较严重,所以对 δ_{rx} 要控制更严格。必须确保 δ_{rx} 小于 0.01 的盐渍土才可以按一般土处理,其变形不计入公式(4.2.5)。对盐渍土的进一步分类,没有特别重要的工程意义,因为 δ_{rx} 的含义只表示一个土样的溶陷沉降率,即使溶陷性大的盐渍土,若该土层厚度不大,也不会产生较大的溶陷量;反之亦然。所以,在评价盐渍土地基时,还应同时考虑盐渍土层的厚度,采用可能产生的总溶陷量来评价盐渍土地基的溶陷等级。通过现场测定的总溶陷量

一般小于总溶陷量计算值,因前者还取决于浸水的程度、基础的埋深等,但现场测定的溶陷量往往更接近于实际,综合相关因素,从安全角度出发,建议在设计中取两者中的较大值。

4.3 盐胀性评价

4.3.1 研究表明,很多盐类在结晶时都具有一定的膨胀性,只是膨胀程度各异而已,表4列出了土中几种主要盐类结晶后的体积膨胀量。

表4 各种盐类结晶后的体积膨胀量

盐类吸水结晶	$\Delta V(\%)$
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	35
$\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	24
$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	145
$\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	11
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	148
$\text{NaCl} \rightarrow \text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	130
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	311

盐渍土地基产生膨胀的主要原因是土中 Na_2SO_4 在温度或湿度变化时结晶而发生体积膨胀。 Na_2SO_4 的溶解度随温度变化,当温度由高变低时,溶解度变小,使部分 Na_2SO_4 结晶析出。当地温低于 32.4°C 时,如土的原始含水量较高,溶解了较多的硫酸盐,后因水分蒸发含水量减小,也会使水中含盐量饱和以重结晶析出。 Na_2SO_4 结晶时,结合10个水分子,体积膨胀可达3倍以上,造成不良后果。由上所述,盐渍土地基的膨胀量大小除与硫酸盐的含量有关外,主要取决于温度和含水量的变化。此外,它还与地基上压力的大小有关,实践证明,当土中 Na_2SO_4 的含量小于1%时,可以不考虑其膨胀作用。此外,盐渍土地区建筑工程在考虑盐胀的同时应考虑冻胀,内陆盐渍土多位于干旱地区,冬天气候寒冷,地下水位较高,在盐胀的同时往往伴随有冻胀,在有些情况下冻胀远

比盐胀量大,如新疆库尔勒的部分地区就存在这种现象。

4.3.2 盐渍土的盐胀同膨胀土的膨胀机理完全不同,且不如膨胀土那么严重,具有盐胀性的盐渍土,大多难以采取原状土进行室内试验,因此,评价盐渍土地基的盐胀性,本规范以根据现场试验测定的有效盐胀区厚度及总盐胀量确定为主。

4.3.4 盐渍土的盐胀性以土体的盐胀系数为指标。盐渍土盐胀性可分为非盐胀性、弱盐胀性、中盐胀性和强盐胀性,如表 4.3.4 所示。应重点指出,评价盐胀性应采用硫酸钠含量而不是硫酸盐含量。在内陆盆地,有的含盐地层中含有大量的硫酸钙,这种土一般不产生强烈盐胀,此外,评价盐胀性时应做含盐分析,求得各种成盐比值,进行论证。同时,与盐胀系数相对应的硫酸钠含量也是评价地基在盐胀条件下工作状态的一个指标,不能认为是地基土容许含盐量的指标。

4.4 腐蚀性评价

4.4.1 盐渍土含盐量较高,尤其是易溶盐,它使土具有明显的腐蚀性,对建筑物基础和地下设施构成一种严酷的腐蚀环境,影响其耐久性和安全使用。土的腐蚀性、含盐地下水的腐蚀性以及土、水、气接触界面的变化共同构成了这一腐蚀环境。本条对腐蚀性环境等级进行了划分,与现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的规定一致。

4.4.2 本条是对腐蚀性环境条件进行初步判别,并根据判别结果确定下一步工作内容。把腐蚀性的研究对象分为三类:钢结构、混凝土结构和砌体结构,其腐蚀特征主要有如下几点:

(1)盐渍土的腐蚀,既与土体自身的腐蚀及其相关因素紧密相关,又取决于含盐的性质、种类和数量等;

(2)以氯盐为主的盐渍土,主要对金属的腐蚀危害大,如罐、池、混凝土中的钢筋及地下管线等。氯盐类也通过结晶、晶变等胀缩作用对地基土的稳定性产生影响,对一般混凝土也有轻微影响;

(3)以硫酸盐为主的盐渍土,主要是通过化学作用、结晶胀缩作用,对水泥、砂浆、混凝土和黏土砖类建筑材质发生膨胀腐蚀破坏;此外,对钢结构、混凝土中钢筋、地下管道等也有一定腐蚀作用;

(4)氯盐和硫酸盐同时存在的盐渍土,具有更强的腐蚀性,其他可溶盐的存在通常都会提高土的腐蚀性;

(5)盐渍土的腐蚀性还与大环境(温度、湿度、降水量、冻融条件等)和小环境(物件埋设条件、干湿交替条件等)紧密相联。

4.4.3~4.4.5 水、土试样的采集,检测项目和检测方法,水、土对钢结构、混凝土结构中的钢筋和混凝土结构的腐蚀性评价等原则上采用现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定,这样做便于勘察设计单位统一认识,使勘察设计成果在同一水平上。

4.4.6 氯盐主要腐蚀钢材,对以氯盐为主的盐渍土,重点评价其对钢筋的腐蚀性;硫酸盐主要与混凝土、石灰、黏土砖等发生物理化学反应,对以硫酸盐为主的盐渍土,重点评价其对混凝土、石灰、黏土砖的腐蚀性。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 盐渍土与一般土所不同之处,即在于它具有溶陷性、盐胀性和腐蚀性,所以在场地选择时,要尽可能使建筑避开强溶陷性、盐胀性或腐蚀性的地段,以降低造价。除本条中提到的三种地段外,针对某些容易积盐的地段,亦应提起高度重视,如山体有含盐岩层分布的坡脚、山(沟)口地段。

5.1.2 同一幢建(构)筑物范围内,如果地基土含盐量差异较大,在浸水的情况下容易造成不均匀沉降,导致建(构)筑物开裂。

5.1.3 盐渍土地区的工程设计,除需考虑地基的承载力外,还应着重注意盐渍土的溶陷性、盐胀性导致的变形,并应考虑针对腐蚀性作出防护设计措施。盐胀与溶陷不同,其体积变化一般是增大的,对应地基变形是膨胀的。因此就目前对盐胀变形对建筑物的影响的研究水平而言,还无法准确地用类似于公式(5.1.5)的形式对盐胀与地基允许变形值进行定量的规定,但这并不代表盐胀是不需重视的。

5.1.4 确定地基承载力特征值,除应考虑地基基础设计等级对承载力试验方法的选择影响外,还应注意盐渍土类型对试验方法选择的影响。如盐渍黏性土、粉土地基,一般可根据其洗盐后的物理力学指标,按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的有关规定确定地基承载力;而粗颗粒盐渍土地基,一般则采用现场浸水载荷试验分别确定天然状态和浸水状态下的地基承载力特征值。若采用其他原位测试方法确定地基承载力,可与载荷试验成果相对比后应用。一般而言,处于同一地貌单元且盐渍土类型相同时,可以适当减少载荷试验数量,但不应少于统计数量。

5.1.5 获取地基溶陷量 s_{rx} 的试验中,浸水压力应与天然状态下地基变形值 s_0 计算过程中的附加压力取值相同。

5.1.6 不同措施的选取可按表 5 执行。

表 5 设计措施选择表

地基变形等级 建(构)筑物类别	I 70mm~150mm	II 150mm~400mm	III ≥400mm
甲级	[1]+[2]或 [1]+[3]	[1]+[2]+[3]	[1]+[2]+[3]+[4]或 [1]+[3]+[4]
乙级	[1]或[2]或[3]	[1]+[2]或 [1]+[3]	[1]+[2]或[1]+[3] 或[1]+[4]
丙级	[0]	[1]	[1]

注:表中[0]表示不需要采取措施;[1]表示防水措施;[2]表示地基处理措施;[3]表示基础措施;[4]表示结构措施。

5.2 防水排水设计

盐渍土中盐分发生的各种作用与现象,几乎都与水有关。盐渍土地区工程建设所发生的各种工程危害的根源一般在于水。要保证盐渍土地区工程建设的安全,防水是最基本的措施,应在设计阶段给予高度重视。

5.2.1 设置截水沟,可保证排洪通畅,避免上方雨水流入建筑物地基。场地排水设计中还需考虑地下水的影响。需在监护区内设置排水池等时,应采取有效措施防止水渗入建筑物地基。给水排水、热力管网及采暖等地下管道应设置防漏检漏管沟,压力管道宜架空。

5.2.2 硬质不透水层可选择使用沥青砂等材料。

5.2.6 实际应用本条时,应结合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《地下工程防水技术规范》GB 50108 的相关规

定综合执行。

5.2.7 以往的工程建设往往忽略绿化带与建(构)筑物的安全间距,鉴于盐渍土对水的敏感性以及若干因绿化带导致的工程事故,本条专门对绿化带进行了规定,要求给予高度重视。

5.3 建筑与结构设计

多年来,尽管盐渍土地地区遇水产生不均匀变形造成的危害已逐渐为人们所认识,但由于对建筑物的破坏机理认识不深,缺乏有效的治理手段,建筑因地基不均匀变形而导致的破坏仍屡屡发生。因此,本规范对建筑和结构设计过程进行了专门规定,提出了一些措施。

5.3.2 采取地基设计措施的目的是为了保证在盐渍土地地区有溶陷、盐胀或腐蚀作用下,建筑物基础的安全可靠和耐久性。

5.3.3 具体工程中,基底附加压力和基础埋深的大小主要取决于具体的工程情况以及工程设计人员的设计,且基础梁的调整能力有限,因此本条仅规定“宜”,作为一般性建议规定提出。

5.3.5 关于本条第1款,作如下说明:①在进行上部结构设计时,一般较少考虑不均匀沉降带来的不利影响,所以,对盐渍土地基不能过于依赖上部结构的刚度、结构冗余度;②考虑上部结构与基础共同作用的结构计算方法多用于高层建筑,采用箱、筏基础,且上部结构刚度较大;③上部结构与基础之间的配合宜强弱相当,但不可过分增加上部结构的刚度、整体性,反过来对基础也会产生额外的负担。此外,考虑到工业厂房的长高比一般较大,故本条文采用“宜”作出一般建议性规定。

5.3.6~5.3.11 应对盐渍土有害影响的最根本措施在于地基处理和基础的选型与设置,上部结构做适当加强即可,如地基处理和基础的选型与设置不当,极可能引起上部结构的开裂,而本规范上述条文提到的所有措施对于限制裂缝发展确有一定效果,但不足以彻底防止裂缝的发生,所以效果极其有限,不能只依赖于此。

5.4 防腐设计

盐渍土地基中的基础和设施是否需进行防腐蚀处理以及采取何种处理方案,首先应由设计人员提出并确定。在设计阶段,设计人员应深入了解和掌握有关资料,依据腐蚀环境、地基基础设施的重要性、使用年限要求、经济合理性等综合提出可供实施的方案。本节中规定的防腐措施保护对象主要是指埋入盐渍土中或与盐渍土相接触的建(构)筑物基础与构件以及其上的一定区域。

5.4.4 主要的防腐措施包括水泥和砖石品种的选择,提高水泥用量,降低水灰比,增加混凝土厚度等。

5.4.7 相关研究表明,混凝土中掺加矿物掺合料有助于增强其抗腐蚀性能以及稳定性。

6 施 工

6.1 一 般 规 定

对于盐渍土地区的工程建设而言,合理的设计是很重要的,但是施工同样关键,不应被忽视。因为盐渍土的危害在施工阶段就可能显现出来或在施工阶段就可能蕴藏着使建筑物发生破坏的潜在因素。实践也确实表明,在盐渍土地区的工程施工中常常存在下列问题:

(1)施工单位素质差,水平低,在施工准备阶段不能作出详细的施工组织设计方案;在施工阶段,管理混乱,现场设施布局、建筑材料堆放杂乱无章,结果造成施工用水乱放乱排,浸入地基,发生溶陷,使正在施工中的建筑物发生破坏,甚至有可能使附近已建好的建筑物都受到影响。

(2)为抢工期,施工现场的排水泄洪设施尚未完成,就仓促进行主体工程的施工,造成雨水等侵入地基,发生溶陷破坏事故。

(3)施工不彻底,只抓主体工程,而对地下给排水管道、水井和管沟等隐蔽工程质量不重视,或在竣工后施工用水管道未及时拆除,结果又可能发生管道漏水侵入地基,造成危害。

(4)对建筑施工材料不加以选择或不严格检验,如使用含盐量大的水搅拌混凝土和砂浆或对含盐量大的砂子不注意清洗,使大量的盐分进入混凝土或砂浆之中,这些盐分会侵蚀混凝土、钢筋或砖石砌体,逐渐导致结构发生破坏。

由上述问题可见,对于盐渍土地区的工程来说,施工阶段确有其独有的特点,必须慎重对待,必须采取一些相应的特殊措施,才能保证建筑物或其他工程设施的顺利建成且安全耐久。

6.1.1~6.1.3 调查表明,有相当一部分工程在施工过程中就已

溶陷。所以,条文要求图纸明确提出对雨水和施工用水的防渗漏要求。施工时间安排和工序搭接要考虑出现水害的可能,采取预防措施,做好施工前的准备工作。通常,土建工种与其他专业工种不协调,造成基坑长时间不能回填或者填挖频繁交替,不仅浪费人力物力,拖延工期,而且可能对建(构)筑物地基造成直接或潜在危害。因此,应引起足够重视。

6.1.4 现场经验和一些试验结果表明,在易溶盐含量较大的盐渍土层,水浸入后,盐分溶解速度快,水的渗透距离也较远,影响深度也较大,所以施工所用的各种水源都要与正建的建筑物和现有的建筑物之间保持足够的距离。本条中表 6.1.4 的最小净距是根据现场调查和浸水试验结果规定的,如果现场条件允许,可适当再远一些,更偏于安全。

6.2 防水排水工程施工

6.2.2 施工用水和施工场地的排水问题不容忽视,施工给排水管道布置情况应绘制在施工总平面图上。施工中应按设计要求,做好施工场地及附近的临时排水设施,并尽量与永久性排水设施相结合。施工验收范围要扩大到整个防水监护区。

6.2.3 管道、井(或沟)等施工的临时用水管道,历来疏于检查验收,漏水现象十分普遍,因此规定要打压检验。

6.2.4 地基中隔水层可以防止水由地表浸入地基,同时也起到防止盐渍土从基底对基础材料腐蚀的作用。

6.3 基础与结构工程施工

6.3.4 防水措施建议采用铺设塑料薄膜等简易保护措施,同时要求施工期间控制施工用水。

6.3.6 盐渍土中采用打入式预制钢筋混凝土桩的主要问题,除了防止盐对桩身材料的侵蚀外,还需解决难打入的问题。为了减少预制桩的打入阻力,可采用先钻后打的施工方法,钻孔直径应小于

(或等于)桩径,钻孔深度应浅于设计桩尖标高 0.5m~1.0m。若盐渍土的易溶盐含量很高(超过 20%),则可采用注水打桩的施工方法,国外的经验表明,若用热水注入盐渍土中,可以较好地减小打桩阻力,显著提高打桩效率。

6.4 防腐工程施工

6.4.1 基础和地下设施防腐可靠性的最终结果,很大程度上取决于防腐工程的施工质量,这除了与施工队伍的专业性、技术性及人员素质直接相关外,从腐蚀机理的角度而言,还有多而复杂的因素影响腐蚀,因此,通过试验确定适宜的施工配合比和操作方法显得很有必要。

6.4.2 砖中含盐量的控制指标是参照新疆地区相关规定和实际经验中盐分情况制订的。关于砂中盐含量,其中氯盐是参照日本和我国海上工程相关规定制订的,硫酸盐是参照有关规范关于水、土中的有害量和英国资料中认为进入混凝土中的量大于 0.3% (水泥重量)可能产生危害而制订的,目前,国内尚无在砂中限量的明确规定,施工用水则应保证为无腐蚀或弱腐蚀。干旱地区采用河湖水或拦蓄地面水不宜长期敞放蒸发后使用,若使用应进行期间水质分析。

6.4.4 因盐渍土本身已具腐蚀性,故要求不再掺入氯盐、硫酸盐作为混凝土外加剂等是十分必要的。否则钢筋混凝土结构将受到内、外盐腐蚀,造成更大危害。

7 地基处理

7.1 一般规定

盐渍土地基处理的目的,主要在于改善土的力学性质,消除或减少地基因浸水而引起的溶陷或盐胀等。与其他类土的地基处理目的有所不同,盐渍土地基处理的范围和深度应根据其含盐类型、含盐量、分布状态、盐渍土的物理和力学性质、溶陷等级、盐胀特性及建筑物类型等来选定。盐渍土地基处理的方法很多,本章所规定的几种方法主要从实用角度出发,施工技术和设备工具都比较简单易行。实际上,每种处理方法都有其适用范围和局限性,对具体工程来说,究竟选用何种处理方法,不仅需要考虑地质条件、施工机具设备、材料来源、施工期限、处理费用等因素,还应考虑处理方法的适用范围,根据具体情况可以采用单一的地基处理方法,也可采用两种或两种以上的综合处理方法。总之,应对各种处理方法进行技术和经济比较后,再选择经济、合理、可靠的处理方法。

7.1.1 选择因素除应考虑含盐类型和盐渍化程度外,还应考虑土层情况、盐渍土分布、地下水情况等因素。目前我国西北地区的一些项目,位于戈壁滩,地基土为卵石,按目前规定评价为盐渍土,但并没有溶陷性,作为垫层或回填材料应当是可行的,否则在百公里内无法找到理想的材料,对此,可以结合相关经验和试验结果选取该材料。

7.1.5 钢筋增强材料指的是含有钢筋成分的增强材料。

7.2 地基处理方法

I 换填法

对于溶陷性较高,但层厚不大的盐渍土采用换填法消除其溶

陷性是较为可靠的,即把基础下一定深度范围内的盐渍土挖除,如果盐渍土层较薄,可全部挖除,然后回填不含盐的砂石、灰土等换填盐渍土层,分层压实。作为建筑物基础的持力层,可部分消除或完全消除盐渍土的溶陷性,减小地基的变形,提高地基的承载能力。

7.2.1 换填法涉及挖方和填方,因此盐渍土层厚度成为是否选择换填法的一个制约条件。如盐渍土层厚度偏大,全部采用换填法就显得不经济。此外,当地下水埋深较浅时,一方面对换填施工造成很大困难,另一方面,在换填过程中如不对地下水进行有效隔离,换填结束后的新地基可能会因为地下水的毛细和蒸腾作用,再次成为盐渍土,导致处理失效。

7.2.2 盐渍土地基的换填处理,一般采用砂石垫层,在具有较好经验的相关地区,也可以取用风积沙作为垫层材料。在盐渍土地区,有的盐渍土层仅存在于地表下1m~5m厚,对于该情况,可采用砂石垫层处理地基,将基础下盐渍土层全部挖除,回填不含盐的砂石材料,应注意,此种方法仅适用于盐渍土层不厚、可全部替换的情况。因砂石垫层透水性较好,如果砂石垫层下还残留部分溶陷性盐渍土层时,则地基浸水后同样会产生溶陷。采用砂石垫层是针对完全消除地基溶陷而言,其挖除深度随盐渍土层厚度而定,但一般不宜大于5m,太深会给施工带来较大困难,也不经济。砂石垫层的厚度应保证下卧层顶面处的压应力小于该土层浸水后的承载力,还应保证垫层周围盐渍土溶陷时砂石垫层的稳定性,如果垫层宽度不够,四周盐渍土浸水后产生溶陷,强度降低,垫层就有可能部分被挤入侧壁的盐渍土中,使基础沉降增大。

对于砂石垫层宽度的计算,一般采用扩散角法,以条形基础为例,砂石垫层的宽度应满足下式:

$$b' \geq b + 2z \tan \theta \quad (2)$$

式中: b' ——砂石垫层底宽(m);

b ——条形基础的宽度(m)；

z ——砂石垫层的厚度(m)；

θ ——垫层压力扩散角,当材料为碎石时, $\theta=40^\circ$,为粗砂或中砂时, $\theta=30^\circ$ 。不论是条形基础还是矩形基础,垫层每边超过基础底面的宽度不能小于垫层厚度的25%,且不小于0.5m。

7.2.3 当换填深度未能超过溶陷性和盐胀性土层的厚度时,才存在残留的盐渍土层的溶陷量和盐胀量。

7.2.6 对换填材料一般有如下要求:

(1)砂石:宜采用级配良好、质地坚硬的粒料,其颗粒的不均匀系数不小于10,以中、粗砂为好,不得含有草根、垃圾等杂物,含泥量不大于5%。碎、卵石最大粒径不大于50mm,一般为5mm~40mm的天然级配,含泥量不大于5%。

(2)石屑:其粒径小于2mm部分不得超过总重的40%,含粉量(即粒径小于0.074mm)不得超过总重的9%,含泥量不大于5%。

(3)素土:土料中有机质含量不大于5%,不得含有冻土或膨胀土。当含有碎石时,其粒径不宜大于50mm。

(4)灰土:石灰剂量,系按熟石灰占混合料总重的百分比计,一般为8%,磨细生石灰为6%。土料宜用黏性土,塑性指数大于15,不得含有松软杂质,并应过筛,其颗粒粒径不大于15mm。石灰宜用新鲜的生石灰,其颗粒粒径不大于5mm,不得夹有半熟化的生石灰块,其质量要求通常以CaO+MgO含量不低于55%控制。

II 预压法

7.2.10 本条提出适用于预压法处理的土类。对于在持续荷载作用下体积会发生很大压缩、强度会明显增长的土,这种方法特别适用。对超固结土,只有当土层的有效上覆压力与预压荷载所产生的应力水平明显大于土的先期固结压力时,土层才会发生明显的

压缩。竖井排水预压法对处理泥炭土、有机质土和其他次固结变形占很大比例的土效果较差,只有当主固结变形与次固结变形相比所占比例较大时才有明显效果。

7.2.11 对地基基础设计等级为甲级、乙级的工程,应预先选择有代表性的地段进行预压试验,通过试验区获得的竖向变形与时间关系曲线、孔隙水压力与时间关系曲线等推算土的固结系数。固结系数是预压工程地基固结计算的主要参数,可根据前期荷载所推算的固结系数预计后期荷载下地基不同时间的变形并根据实测值进行修正,这样就可以得到更符合实际的固结系数。此外,由变形与时间曲线可推算出预压荷载下地基的最终变形、预压阶段不同时间的固结度等,为卸载时间的确定、预压效果的评价以及指导设计与施工提供主要依据。

7.2.12 由于盐渍土中的液相与普通土不同,为具有一定浓度的盐溶液,盐溶液具有一定的黏滞性,为在预压过程中使其有效排除,故规定排水通道需有较大的空隙和较好的连通性。

7.2.13 竖井间距的选择,应根据地基土的固结特性、预定时间内所要求达到的固结度以及施工影响等通过计算、分析确定。根据我国的工程实践,普通砂井之井径比取 6~8,塑料排水带或袋装砂井之井径比取 15~22,均取得良好的处理效果。本条结合盐渍土的经验 and 盐溶液黏滞性的特点,采用的井径比值小于普通土。

7.2.14 预压法处理地基分为堆载预压和真空预压两类。降水预压和电渗排水预压在工程上应用甚少,暂未列入。堆载预压分塑料排水带或砂井地基堆载预压和天然地基堆载预压。通常,当软土层厚度小于 4.0m 时,可采用天然地基堆载预压法处理,当软土层厚度超过 4.0m 时,为加速预压过程,应采用塑料排水带、砂井等竖井排水预压法处理地基。对真空预压工程,应在地基内设置排水竖井。

7.2.16 塑料排水带施工所用套管应保证插入地基中的带子平直、不扭曲。塑料排水带的纵向通水量除与侧压力大小有关外,还与排水带的平直、扭曲程度有关。扭曲的排水带将使纵向通水量减小。因此施工所用套管应采用菱形断面或出口段扁矩形断面,不应全长都采用圆形断面。

III 强夯法和强夯置换法

7.2.20 强夯法是反复将夯锤(质量一般为 10t~40t)提到一定高度使其自由落下(落距一般为 10m~40m),给地基以冲击和振动能量,从而提高地基的承载力并降低其压缩性,改善地基性能。由于强夯法具有加固效果显著、适用土类广、设备简单、施工方便、节省劳力、施工期短、节约材料、施工文明和施工费用低等优点,我国自 20 世纪 70 年代引进此法后迅速在全国推广应用。大量工程实例证明,强夯法用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土、湿陷性黄土、素填土和杂填土等地基,一般均能取得较好的效果。对于软土地基,一般来说处理效果不显著。

强夯置换法是采用在夯坑内回填块石、碎石等粗颗粒材料,用夯锤夯击形成连续的强夯置换墩。强夯置换法是 20 世纪 80 年代后期开发的方法,适用于高饱和度的粉土与软塑~流塑的黏性土等地基上对变形控制要求不严的工程。

7.2.21 强夯法虽然已在工程中得到广泛的应用,但有关强夯机理的研究,至今尚未取得满意的结果。因此,目前还没有一套成熟的设计计算方法。此外,强夯置换法具有加固效果显著、施工期短、施工费用低等优点,目前已用于公路、机场、房屋建筑、油罐等工程,一般效果良好,个别工程因设计、施工不当,加固后出现下沉较大或墩体与墩间土下沉不等的情况。因此,本条特别强调采用强夯法和强夯置换法前,应通过现场试验确定其适用性和处理效果,否则不得采用。

在缺乏试验资料或经验时,可按表 6 预估有效加固深度。

表 6 强夯法的有效加固深度 (m)

单击夯击能	碎石土、砂土等粗颗粒土	粉土、黏性土等细颗粒土
1000kN·m	5.0~6.0	4.0~5.0
2000kN·m	6.0~7.0	5.0~6.0
3000kN·m	7.0~8.0	6.0~7.0
4000kN·m	8.0~9.0	7.0~8.0
5000kN·m	9.0~9.5	8.0~8.5
6000kN·m	9.5~10.0	8.5~9.0
8000kN·m	10.0~10.5	9.0~9.5

注:强夯法的有效加固深度应从最初起夯面算起。

7.2.24 强夯和强夯置换的施工机械要求如下:

(1)起重机械:起吊夯锤用的机械设备一般选用履带式起重机(起重量分别有 15t、20t、25t、30t 和 50t 几种),其稳定性好,在施工现场行走较方便。在夯锤重量、落距大时,还可以在吊臂两侧辅以门架防止落锤时机架倾覆,提高起重能力。

(2)自动脱钩装置:当采用履带式起重机作为强夯起重设备时,一般是通过动滑轮组用脱钩装置来起落夯锤。脱钩装置要求有足够的强度,使用灵活,脱钩快速、安全。自动脱钩器由吊环、耳板、销环、吊钩等组成。拉绳一端固定在销柄上,另一端穿过转向滑轮,固定在悬臂杆底部横轴上,当夯锤起吊到要求高度时,升钩拉绳随即拉开销柄,脱钩装置开启,夯锤便自动脱钩下落,同时自动复位。

(3)夯锤:夯锤设计原则是重心低,稳定性好,产生负压和气垫作用小。一般夯锤用钢板作外壳,内部焊接钢筋骨架后浇注混凝土,一般为圆形(圆台形),也有方形。方形锤虽制作简单,但起吊时由于夯锤旋转,难以保证前后几次夯击的夯坑重合,结果造成锤角与夯坑壁接触,使一部分夯击能消耗在坑壁上,对夯击效果有影响。锤底面积可按土的性质确定,锤底静接地压力值可取 25kPa~40kPa,对于饱和细颗粒宜取较小值。夯锤底面设上下贯通的排气孔,以利空气迅速排走,减小阻力,同时减小起锤时锤底

与土面形成真空产生的吸附力。排气孔的孔径一般为 250mm~300mm。国内夯锤质量一般为 8t、10t、16t、25t。

IV 砂石(碎石)桩法

7.2.26 碎石桩、砂桩和砂石桩总称为砂石桩,是指采用振动、冲击或水冲等方式在软弱地基中成孔后,再将砂或碎石挤压入已成的孔中,形成砂石构成的大直径密实桩体。砂石桩法早期主要用于挤密砂土地基,随着研究和实践的深入,特别是高效能专用机具出现后,应用范围不断扩大。为提高其在黏性土中的处理效果,砂石桩填料由砂扩展到砂、砾及碎石。

砂石桩用于松散砂土、粉土、黏性土、素填土及杂填土地基,主要靠桩的挤密和施工中的振动作用使桩周围土的密度增大,从而使地基的承载能力提高,压缩性降低。国内外的实际工程经验证明,砂石桩法处理砂土及填土地基效果显著,并已得到广泛应用。

7.2.28 关于砂石桩用料的要求,对于砂基,要求不严格,只要比原土层砂质好同时易于施工即可,一般应注意就地取材。按照各有关资料的要求,最好用级配较好的中、粗砂,当然也可用砂砾及碎石。对饱和黏性土,因为要构成复合地基,特别是当原地基土较软弱、侧限不大时,为了有利于成桩,宜选用级配好、强度高的砂砾混合料或碎石。填料中最大颗粒尺寸的限制取决于桩管直径和桩尖的构造,以能顺利出料为宜。考虑到有利于排水,同时保证具有较高的强度,规定砂石桩用料中小于 0.005mm 的颗粒含量(即含泥量)不能超过 5%。

7.2.29、7.2.30 砂石桩的施工应选用与处理深度相适应的机械。可用的砂石桩施工机械类型很多,除专用机械外,还可利用一般的打桩机改装。砂石桩机械主要可分为两类,即振动式砂石桩机和锤击式砂石桩机。此外,也有用振捣器或叶片状加密机,但应用较少。

用垂直上下振动的机械施工的称为振动沉管成桩法,用锤击式机械施工成桩的称为锤击沉管成桩法,锤击沉管成桩法的处理

深度可达 10m。砂石桩机通常包括桩机架、桩管及桩尖、提升装置、挤密装置(振动锤或冲击锤)、上料设备及检测装置等部分。为了使砂石有效地排出或使桩管容易打入,高能量的振动砂石桩机配有高压空气或水的喷射装置,同时配有自动记录桩管贯入深度、提升量、压入量、管内砂石位置及变化(灌砂石及排砂石量)以及电机电流变化等的检测装置。国外有的设备还装有微机,根据地层阻力的变化自动控制灌砂石量并保证沿深度均匀挤密全面达到设计标准。

7.2.32 碎石桩结合其他处理方法时,起到的主要作用是加速盐溶液的排除。

V 浸水预溶法

浸水预溶法即对拟建的建筑物地基预先浸水,在渗透过程中土中易溶盐溶解,并渗流到较深的土层中,易溶盐的溶解破坏了土颗粒之间的原有结构,在土自重压力下产生压密。对以砂、砾石土和渗透性较好的非饱和黏性土为主的盐渍土,有的土结构疏松,具有大孔隙结构特征,而这些“砂颗粒”中很多是由很小的土颗粒经胶结而成的集粒,遇水后,盐类被溶解,导致由盐胶结而成的集粒还原成细小土粒,填充孔隙,因而土体产生溶陷。由于地基土预先浸水已产生溶陷,所以建筑在该场地上的建筑物即使再遇水,其溶陷变形也要小得多,实际上,这是一种简易的“原位换土法”,即通过预浸水洗去土中盐分,把盐渍土改良为非盐渍土。一些文献指出,浸水预溶法可消除溶陷量的 70%~80%,这也相当于改善了地基溶陷等级,具有效果较好、施工方便、成本低等特点。

7.2.33 浸水预溶法用于减低或消除盐渍土的溶陷性,一般适用于厚度较大、渗透性较好的砂、砾石土、粉土。对于渗透性较差的黏性土不宜采用浸水预溶法。该法用水量大,场地要具有充足的水源。另外,最好在空旷的新建场地采用,如在已建场地附近采用时,浸水场地与已建场地之间要有足够的安全距离。

7.2.34 采用浸水预溶法处理地基应注意以下几点:

(1)浸水预溶不得在冬季有冻结可能的条件下进行；

(2)应考虑对邻近建筑物和其他设施的影响，根据相关试验结果，其影响半径可达到 1.2 倍的浸水坑直径；

(3)浸水预溶结束 10d 左右应进行基础施工，在施工过程中应保持地基土湿润，因在含水量减低的情况下，土的溶陷性有恢复的可能性。

7.2.36 采用浸水预溶法处理地基时：

(1)浸水场地面积应根据建筑物的平面尺寸和溶陷土层厚度确定，浸水场地平面尺寸每边应超过拟建建筑物边缘不小于 2.5m；

(2)预浸深度应超过盐渍土溶陷性土层厚度或预计可能的浸水深度，浸水水头高度不宜低于 0.3m，浸水时间一般为 2~3 个月，浸水量一般与盐渍土类型、含盐量、厚度、水的矿化度及浸水时的气温等因素有关；

(3)采用浸水预溶时，应考虑对邻近建(构)筑物和其他设施的影响；

(4)对渗透性小，含盐量高或厚度大的盐渍土地基，宜采用附加措施增大预溶效果(如钻孔渗水等)。

7.2.37 为查明浸水预溶法处理地基土的溶陷性消除程度、残留的溶陷性土层厚度及地基的溶陷等级等，应在基础施工前进行专门性的勘察评定。浸水预溶后土中含水量增大，压缩性增高，承载力降低，应通过载荷试验确定处理后地基土的承载力。

7.2.38 浸水预溶加强夯法是将浸水预溶法与其他地基处理方式结合使用的一个典型。多用于含结晶盐较多的砂石类土中。例如，青海西部地区的盐渍土大部分属于砂石类土，部分土层为粉土，处于干旱或半干旱状态，天然含水量低，平均含水量在 5% 左右，且土的天然结构强度很高，所以，单独采用强夯法减小地基的浸水溶陷比较困难，对一些比较重要或对沉降有特殊要求的工程，为消除地基浸水溶陷的问题，提出了先浸水后强夯的方法，即先对

拟建建筑物地基进行浸水预溶,然后再进行强夯,这种方法的处理效果与浸水时间、强夯能量、土质条件等密切相关。

VI 盐 化 法

7.2.39 对于干旱地区含盐量较高、盐渍土层很厚的地基土,可考虑采用盐化处理,即所谓的“以盐制盐”,在建筑物地基中注入饱和或过饱和的盐溶液,形成一定厚度的盐饱和土层,使地基土发生如下变化:①饱和盐溶液注入地基后随着水分的蒸发,盐结晶析出,填充原来土中的孔隙,并可起到土颗粒骨架作用;②饱和盐溶液注入地基并析出后减少了原来孔隙比,使盐渍土渗透性减小。地基经盐化处理后,由于本身的致密性增大,透水性减小,既保持或增加了原土层较高的结构强度,又使地基受到水浸时也不会发生较大的溶陷,这在地下水位较低、气候干燥的西北地区是有可能实现的,特别是与地基防水措施结合起来,将是一种经济有效的方法。相关试验结果表明,盐化法可使处理后的盐渍土地基浸水的沉降减小到处理前浸水沉降的 $1/5\sim 1/7$ 。

该法仅宜于在西部干旱地区一般轻型建(构)筑物中结合表层压实法一起使用。

7.2.42 地基盐化法处理的施工,可采用大开挖,对整个基坑底面全部进行盐化处理,如果不是大开挖,也可对某一柱基或条基进行盐化处理,无论哪种方法,盐化处理的范围都尽量大于基础外缘 2.0m ,开挖到基础设计标高后注入饱和盐溶液,饱和盐溶液要从基础的四角注入。

盐化用盐一般可采用工业锅炉用盐或一般食盐,水可用当地饮用自来水,也可直接用当地的盐湖水来代替。施工现场应备有若干较大的空油桶或容器,以备饱和盐溶液的加工。

相关单位在青海西部盐渍土地区进行盐化法处理,发现其优点是:可就地取材,降低造价;施工简便,消耗人力物力少;施工周期短,如与防水措施结合使用,更增强了建筑物安全使用的可靠性。

Ⅶ 隔 断 层 法

隔断层主要包括土工膜(布)、砂砾隔断层、复合土工膜、复合防水板等。从部分公路工程的实践来看,在盐渍化严重的地区,单一土工膜或单一防渗土工布作为隔断层时,易在膜下产生水分和盐分聚集,使地基土软化和加重盐渍化,效果不好。

8 质量检验与维护

8.1 质量检验

8.1.4 对于砂石桩成桩后进行质量检验的时间间隔建议取 30d, 目的是使盐渍土地基充分稳定。在因气候因素操作困难的部分地区, 亦可根据地区经验结合相关规范综合确定时间间隔。

8.2 监测与维护

8.2.1~8.2.8 本节各条都是监测与维护的一些要求和做法, 其规定比较具体, 故不作逐条说明, 使用单位应按本规范规定认真执行, 将建筑物因盐渍土的溶陷、盐胀及腐蚀导致的事故减到最少。

附录 A 盐渍土物理性质指标测定方法

A. 0. 1 与非盐渍土一样,盐渍土三相组成的比例关系能表征土的一系列物理性质,这些物理性质同样可以用诸如:颗粒组成、土颗粒比重、含水量、孔隙比、液塑限等表示,但是,盐渍土与非盐渍土的不同在于盐渍土含有较多的盐类(尤其是易溶盐),这种特性对盐渍土的物理性质有较大的影响,所以在测定各项物理指标时也应与非盐渍土加以区别。

A. 0. 2 对于盐渍土来说,采用比重瓶进行比重试验时,不能用水作为排开的液体,因为土中含有盐分,当土遇水后,尤其在试验的煮沸过程中,易溶盐会溶解于水,形成盐溶液。因此对于含有易溶盐或中溶盐的盐渍土,应采用中性液体(如煤油等)代替蒸馏水进行比重试验,以防盐类溶解,如果要测定盐渍土纯土颗粒的比重,则应在洗盐后用蒸馏水进行测定。

A. 0. 3 氯盐渍土中主要含有 NaCl 、 KCl ,其次是 CaCl_2 、 MgCl_2 等易溶盐类;硫酸盐渍土中主要含有 Na_2SO_4 和 CaSO_4 等;碳酸盐渍土中主要含有 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 。盐渍土中各种盐类,按其在 20°C 水中的溶解度分为三类:易溶盐、中溶盐和难溶盐。各类盐的测定方法按现行国家标准《土工试验方法标准》 GB/T 50123 进行。粒径大于 0.075mm 的颗粒质量不超过总质量的 50% 的土,应定名为细粒土。本条仅对细粒土含盐量测定进行了规定,关于粗粒土含盐量测定方法见附录 B。此外,盐渍土含盐量测定时,一般测易溶盐,必要时加测中溶盐及难溶盐。

A. 0. 4 土中的含水量是计算其他物理指标的基本指标之一。盐渍土中含有易溶盐时,天然条件下,这部分易溶盐不足以被土中所含的水分所溶解,此时土中水溶液已经达到饱和状态,而未被溶解

的盐以固态的形式存在于土中,且与土颗粒一样起着固体骨架作用。但是,这部分骨架是不稳定的,当含水量增加时,它便被水溶解而变成液态。现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 中土的天然含水量的测定方法(烘干法)中,土中的固态盐或液态盐均被作为固体骨架的一部分考虑。试验表明,对比采用含水量的计算结果,用含水量计算出的干重度偏大,而孔隙比、饱和度偏小,这是因为用烘干法获得含水量是把盐(包括原土中固态盐和液态盐)作为固体土骨架的一部分而得的,从而没有正确地反映土中固体土颗粒与土中液相的物理关系,对于实际工程而言,这是偏不安全的。土中水含盐量 B 的确定,应综合含盐量、含水量的测定结果综合得出。

A. 0.5 盐渍土的天然密度的测定方法与非盐渍土相同,只是对于含有较多具有结晶特性易溶盐的盐渍土,应考虑其在低温情况下的结晶膨胀特性对湿密度的测定值带来的影响。

A. 0.6 盐渍土的颗粒和非盐渍土一样,指的是岩石、矿物及非晶体化合物的零散碎屑。由于盐渍土中含盐,使土中的微粒胶结成小颗粒,此外,由于土中还含有结晶状的结晶盐,因此,如果在进行颗粒分析试验之前,不预先除去土中的盐,则所测得的盐渍土的细颗粒含量较少,而浸水洗盐后,由于易溶盐被溶解,原来由盐胶结而成的集粒解体以及结晶的盐颗粒也被溶解而除去,所以得出的试验结果是土颗粒分散度增高,细颗粒含量明显增大。因此,盐渍土的颗粒分析试验,应在洗盐前后分别进行,以得到正确的粒径组成,并以洗盐后的数据来确定土的名称,否则,可能得不到正确的结果。

A. 0.7 相关资料表明,含盐量对盐渍土的塑性指标的影响较大,据国内曾对含盐量为 6%~10% 的 60 个盐渍土土样进行洗盐前后塑性指标的试验研究表明,未经洗盐的盐渍土,其液限含水量平均值比洗盐后的土小 2%~3%,塑限含水量小 1%~2%。由于工程上往往用塑性指标来对黏性土进行分类和评价,所以最好分别做去盐前后的塑限和液限试验,以免对土的评价不合理或相差甚远。

附录 B 粗粒土易溶盐含量测定方法

试验表明,易溶盐含量超过 0.5% 的砂土,浸水后可能产生较大的溶陷,而同样的含盐量对黏土几乎不产生溶陷,因此,含盐量本身的测定方法值得进一步研究,尤其是对粗粒土,若只考虑粒径小于 2mm 的干土重,显然就放大了土的含盐量指标;但如果将粗粒土中全部粒径大于 2mm 的干土重量均计入,则含盐量很低,部分粗粒土将被误判为“非盐渍土”,且无法合理的反映粗颗粒盐渍土的工程特性。故为准确定名,评价其含盐影响,本规范将细粒土的含盐量测定、碎石土含盐量、砂土含盐量分开考虑。

B.0.1 根据现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 规定,粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土,应定名为碎石土。土水比例应视土中含盐量,以充分溶解为原则,不少于 1:5。

B.0.2 根据现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 规定,粒径大于 2mm 的颗粒质量不超过总质量 50%,粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土,应定名为砂土。土水比例应视土中含盐量,以充分溶解为原则,不少于 1:5。

B.0.3 将各种离子按阴离子、阳离子等当量的方式结合,按溶解度由小到大或由大到小的顺序组合是对盐渍土中具体盐分作出分析,以用于盐渍土盐胀、腐蚀性等的判断。

附录 C 盐渍土地基浸水载荷试验方法

C.1 测定溶陷系数的浸水载荷试验

现场浸水载荷试验,是在常规载荷试验基础上结合盐渍土的溶陷特性作出规定的。浸水时间除要考虑土的渗透性外,还要根据土的类别和盐的性质而定。当盐渍土地基由含盐量不同的多层土组成时,浸水后地基可分为三个区域(见图3):I区内为重力渗流区,承压板的沉降主要由该区盐渍土的溶陷导致;II区盐渍土的含水量在浸水后有不同程度的明显提高,但对承压板的影响不是主要的;III区的盐渍土仍保持浸水前的状态。多层盐渍土地基的浸水载荷试验,除了观测承压板的沉降量,另可分层设置土中的观测标,测定不同深度处的沉降量,观测标可按土层情况分层设置,但分层厚度不宜超过1m,所有沉降观测标均应设置在I区。通过试验,根据各分层上下两个观测标的浸水前后沉降差 Δs_{i-1} 和 Δs_i ,即可求出各层土的溶陷系数:

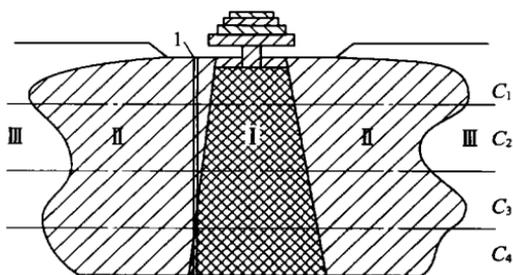


图3 多层盐渍土地基的浸水载荷试验

1—钻孔

$$\delta_{rxi} = \frac{\Delta s_{i-1} - \Delta s_i}{h_i} \quad (3)$$

式中： Δs_{i-1} 、 Δs_i ——第 i 层顶面和底面观测标在浸水前后的沉降差 (cm)；

h_i ——第 i 层的厚度。

为检测渗流浓度和浸水深度等，也可在基坑内设观察孔，在浸水试验期间定时测量分析。

C. 1.5 针对本条文，需要说明如下几点：

(1)“对工程有代表性”一般指的是根据前期钻孔获得的土层、含盐量信息，结合基础设计要求，综合判定溶陷的最不利点。但在实际工程中，获取绝对上的最不利点是不容易的，只能尽可能接近。

(2)铺设中粗砂层主要目的有两个：一是找平，使载荷板水平放置，压力均匀地传递到试验土层表面上；二是保证载荷板正下方土体浸水的渗透速度。当中粗砂层厚度过大时，势必会在荷载作用下产生较大变形，甚至从载荷板下部侧向挤出，此外，考虑到盐渍土地区土体透水性一般较好，本条规定厚度为 2cm~5cm。

(3)一般的载荷试验仅有一个“稳定标准”，本条的“稳定标准”为“连续两小时内，每小时的沉降量小于 0.1mm”；要达到“注水标准”，除应满足“稳定标准”外，还要达到相应的浸水压力；要达到“溶陷稳定标准”，除应满足“稳定标准”外，还应满足浸水时间要求，一般 5d~12d 为宜，各地区可根据现场土层的渗透性进行选择确定，以浸透盐渍土层为基本要求。

C. 1.6 针对本条文，需要说明如下几点：

(1)通过本试验最直接、最直观测得的物理量是溶陷量，为对场地溶陷性作出综合评价，本条提出平均溶陷系数的计算公式。目前浸润深度的取值仍主要以钻探、挖坑或瑞利波速测定为主，其中钻探最为常见。针对浸润深度的取值，部分专家提出应综合荷载作用深度和实际浸水深度确定，以免人为导致溶陷系数过大或过小，目前该法正在进一步研究中，本规范仍采用以钻探、挖坑或瑞利波速测定为主的方法确定浸润深度。

(2)本试验实际上对应室内测定溶陷系数的单线法。研究表明,如果在获取浸水压力时的溶陷量后继续增加荷载,继而测定地基承载力特征值存在一定的可行性。但要说明的是:首先,该情况下测定的地基承载力特征值是地基在浸水稳定状况下的承载力;其次,该情况下确定承载力,只能采用溶陷稳定后的后半段压力沉降曲线,如采用相对变形值确定承载力时,若相对变形在前半段曲线上,则对应的压力仅为未浸水状态下的地基承载力特征值。

C.2 测定盐渍土地基承载力特征值的浸水载荷试验

该试验方法与常规载荷试验基本相同,只是增加了浸水环节;为了节约试验费用,通常将测定溶陷系数的浸水载荷试验和测定盐渍土地基承载力特征值的浸水载荷试验结合起来,在前者试验完成后,接着按第 C.2.6 条的步骤进行后者试验,注意点与第 C.1.6 条的条文说明相同。

附录 D 盐渍土溶陷系数室内试验方法

D.1 压缩试验法

D.1.3 由图 D.1.5-2 可知, Δh_p 与所加的压力 p 有关, 所以土的溶陷系数实际上也随压力变化。因此, 在计算盐渍土地基的溶陷时, 溶陷系数不仅对不同的盐渍土层取不同的值, 而且应根据该土层在地基中所受总压力的大小, 确定其溶陷系数。显然, 在事先无法得到该土层受多大压力 p 的情况下, 采用双线法的室内压缩试验是适宜的。对建筑物地基的溶陷性评价或对建筑物基础的溶陷量进行估算时, 为简便起见, 也可以采用单线法进行试验, 在没有明确规定压力下, 该压力可取 200kPa。

D.2 液体排开法

D.2.4 注意本条文中的“最大干密度”与现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 中“击实试验”中的“最大干密度”是不同的概念, 本条文中的“最大干密度”仅指在本试验规定方法下所获取最大的干密度值。

如在现场可以通过钻孔或探坑取得形状不规整的原状盐渍土土块, 则可在室内用液体排开法测定洗盐前后土体积的变化, 确定溶陷系数。由于试验无法实现在压力 p 下测定洗盐后的土体体积, 故采用此法所求得的溶陷系数要比前两种试验方法所得的要大, 因此, 式(D.2.5)中要引入小于 1 的经验系数 K_G 。

附录 E 硫酸盐渍土盐胀性现场试验方法

E.1 单点法

E.1.3 观测时间和观测次数可以根据现场所在地区温度变化等因素进行综合调整 and 安排。

E.1.4 在观测时间范围内,若某深度处的土层以及该层以下的土层均无盐胀导致的向上的位移,则取该层到地表的距离为有效盐胀区厚度。总盐胀量取地表观测所得的盐胀位移。

E.2 多点法

E.2.1 这种方法测得的盐胀系数是一个综合值,它与土基的含盐量、含盐性质、含水量及原地面结构有关,所以每个测试地段在测试期间应进行 1 次~2 次的试坑调查和取样试验,分析测点的工作状况,综合判断盐胀系数的取值。

附录 F 硫酸盐渍土盐胀性室内试验方法

F.0.4 关于土基最低温度的测定方法,相关单位在新疆焉耆地区做过一些研究,得出土体温度与气温有关,可按下列经验关系确定:

$$T_d = (T_q + b)/a \quad (4)$$

式中: T_d ——土基内平均最低温度。

T_q ——冬季平均最低气温。

a 、 b ——各土层温度系数,参照表 7。

表 7 土层温度系数

深度 (cm)	地表	0~20	20~40	40~60	60~80	80~ 100	100 ~120	120 ~140	140 ~160	160 ~180	180 ~200
a	0.937	0.832	0.832	0.930	1.004	1.126	1.227	1.410	1.536	1.770	2.003
b	3.465	6.287	7.300	9.373	11.884	14.553	16.526	20.117	23.048	28.198	33.161

冬季平均最低气温可用调查时前 5 年~10 年的冬季各月(10 月至次年 2 月)平均气温资料。考虑到年度降温幅度变化等因素,以冬季平均最低气温加 -5°C 作为鉴别土基盐胀系数的冬季平均最低气温。按公式(4)可求得各土层温度,见表 8。

表 8 各土层温度

深度 (cm)	0~20	20~40	40~60	60~80	80~ 100	100~ 120	120~ 140	140~ 160	160~ 180	180~ 200
土温 ($^{\circ}\text{C}$)	-10.4	-9.25	-6.05	-3.10	-0.39	1.24	3.63	5.24	7.43	8.93

附录 G 盐渍土浸水影响深度测定方法

查明地基浸水范围或深度的传统方法只有挖探或钻探,前者费工费时,且深度有限,后者在建筑物内部或贴近建筑物处很难施展。冶金部建筑研究总院根据盐渍土地基在浸水前后的波速有明显差别的原理,利用瑞利波法测定地基浸水深度取得了较好的效果。表 9 为测试结果对比。

表 9 瑞利波测试结果与开挖结果比较

试验编号	瑞利波测得浸水深度(m)	开挖测得浸水深度(m)	误差(%)
1	1.55	1.50	3.0
2	1.75	1.80	2.8
3	2.14	2.25	4.9
4	3.04	2.75	10.5
5	3.84	3.80	1.1

S/N:1580242·506



9 158024 250602 >



统一书号: 1580242 · 506

定 价: 26.00元