

DB

甘肃省地方标准

DB62/T 3189 - 2020

备案号: J15337-2020

复合地基褥垫层技术规程

Technical specification for cushion of composite foundation

2020-08-10 发布

2020-11-01 实施

甘肃省住房和城乡建设厅
甘肃省市场监督管理局

联合发布

甘肃省住房和城乡建设厅
甘肃省市场监督管理局

公告

甘建公告〔2020〕72号

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省市场监督管理局
关于发布《城市轨道交通既有结构安全保护
技术标准》等5项甘肃省地方标准的公告

经甘肃省住房和城乡建设厅、甘肃省市场监督管理局共同组织专家委员会审查,现批准发布《城市轨道交通既有结构安全保护技术标准》等5项标准(见附件)为甘肃省地方标准。

附件:甘肃省地方标准发布信息

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省市场监督管理局

2020年8月10日

附件

甘肃省地方标准发布信息

序号	标准编号	标准名称	代替标准号	实施日期
1	DB62/T 3188-2020	城市轨道交通既有结构安全保护技术标准		2020-12-01
2	DB62/T 3189-2020	复合地基褥垫层技术规程		2020-11-01
3	DB62/T 3190-2020	长螺旋钻孔压灌混凝土桩复合地基施工规程		2020-11-01
4	DB62/T 3191-2020	三岔双向旋扩灌注桩施工技术规程		2020-12-01
5	DB62/T 3192-2020	再生骨料混凝土非承重预制构件及制品技术标准		2020-11-01

前 言

根据甘肃省住房和城乡建设厅《关于下达〈2018年甘肃省工程建设标准及标准设计编制项目计划〉(第二批)的通知》(甘建标〔2018〕511号)的要求,甘肃建投建设有限公司会同有关单位经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国家、行业标准和省内先进做法,并在广泛征求意见的基础上,完成了本规程的编制。

本规程共分七章,主要技术内容是:1.总则;2.术语;3.基本规定;4.材料要求;5.设计;6.施工;7.质量检查与验收。

本规程由甘肃省工程建设标准管理办公室负责管理,由甘肃建投建设有限公司和甘肃省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送甘肃建投建设有限公司(地址:甘肃省兰州市七里河区敦煌路街道中天健广场11号楼,邮编:730050)。

主 编 单 位: 甘肃建投建设有限公司
甘肃省建筑科学研究院有限公司

参 编 单 位: 甘肃建筑职业技术学院
甘肃送变电工程有限公司
甘肃第三建设集团有限公司

主要起草人: 杨汝贤 孙 文 祝 蕾 靳高明 章海刚
欧阳军 周 睿 匡 静 于文生 王公胜
高 洋 张建森 陈玲霞 车丁旺 邸一凡
杨全兵 何霁耀 李俊杰 胡志宁 刘 鑫

张雨田 孙良旭
主要审查人：滕文川 马安刚 李朝晖 鲁海涛 邵文忠
黎粤桥 冯晓军

甘肃省住建厅信息公开
浏览专用

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	材料要求	6
5	设计	8
5.1	一般规定	8
5.2	砂石褥垫层	8
5.3	混合土褥垫层	9
5.4	土工合成材料加筋褥垫层	10
6	施工	11
6.1	一般规定	11
6.2	基底要求与处理	13
6.3	砂石褥垫层施工	13
6.4	混合土褥垫层施工	14
6.5	土工合成材料加筋褥垫层施工	15
6.6	季节性施工	17
6.7	施工安全与环境保护	17
7	质量检查与验收	19
7.1	一般规定	19
7.2	质量检查	19
7.3	质量验收	22
	本规程用词说明	23

引用标准名录·····	24
附:条文说明·····	25

甘肃省住房和城乡建设厅信息公开
浏览专用

1 总 则

1.0.1 为了在复合地基褥垫层的设计和施工中,做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于甘肃省房屋建筑工程复合地基褥垫层的设计、施工和质量验收。

1.0.3 复合地基褥垫层的设计与施工应遵循因地制宜、就地取材、保护和节约资源等原则。

1.0.4 复合地基褥垫层除应符合本规程外,尚应符合国家和甘肃省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 复合地基 composite foundation

天然地基在地基处理过程中,部分土体得到增强或被置换,或在天然地基中设置加筋体,由天然地基土体和增强体两部分组成共同承担荷载的人工地基。

2.0.2 褥垫层 cushion

设置于基础与复合地基之间用以调整桩土应力比、减小桩土不均匀沉降的传力层。

2.0.3 砂石褥垫层 sand-stone cushion

由碎石、砂或砂石按一定配合比组成的褥垫层。

2.0.4 混合土褥垫层 cushion of mixed soil

由熟石灰、水泥、粉煤灰或其他具有胶凝作用的工业废渣中的一种或者多种与土按一定配合比组成的褥垫层,包括灰土褥垫层、水泥土褥垫层等。

2.0.5 灰土褥垫层 lime-soil cushion

由石灰和黏土按一定配合比组成的褥垫层。

2.0.6 水泥土褥垫层 cement-soil cushion

由水泥和土按一定配合比组成的褥垫层。

2.0.7 土工合成材料 geosynthetics

用于岩土工程的化工合成产品的总称,主要包括土工织物、土工格栅、土工垫、土工网、土工膜等。

2.0.8 土工合成材料加筋褥垫层 geosynthetics cushion

在垫层材料内铺设单层或多层水平向土工合成材料形成的褥垫层。

2.0.9 夯填度 ram filled degree

夯实后的土体厚度与夯实前虚铺土体厚度的比值。

甘肃省住建厅信息公开
浏览专用

3 基本规定

3.0.1 复合地基上宜设置褥垫层。褥垫层的设置范围、厚度和材料应根据复合地基的形式、桩土相对刚度和工程地质条件等因素确定。在确定褥垫层方案时,应完成以下工作:

1 结合工程情况,了解当地地基处理经验和施工条件,对于有特殊要求的工程,尚应了解其他地区相似场地上同类工程的地基处理经验和使用情况;

2 根据工程的要求和采用天然地基存在的主要问题,确定地基处理的目的是处理后要求达到的各项技术经济指标;

3 了解施工场地周边环境情况;

4 分析施工机械设备条件、动力条件、施工工艺对地质条件的适应性;

5 分析有关建筑材料的供应条件;

6 完成地基岩土工程勘察报告;

7 完成上部结构类型、基础设计资料。

3.0.2 褥垫层的设计,应充分考虑上部结构、基础和地基的共同作用,进行多种方案的技术经济比较。

3.0.3 在湿陷性黄土场地、大厚度欠固结场地、盐渍土场地等不良地质条件下,复合地基褥垫层的设计与施工除应执行本规程外,尚应分别执行《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025、《高填方地基技术规范》GB 51254、《盐渍土地区建筑技术规范》GB/T 50942等有关现行标准的规定。

3.0.4 对于工程量较大的褥垫层,应按所选用的施工机械、褥垫层材料及场地土质条件进行现场试验,确定褥垫层压实效果和施

工质量控制标准。

3.0.5 复合地基褥垫层施工前,竖向增强体应检测合格,检测项目应包含以下内容:

1 旋喷桩应检测桩体强度、成桩直径、桩身中心位置、桩体质量及单桩承载力等;

2 水泥土搅拌桩应检测桩体强度、桩顶标高、桩位、桩数、成桩直径、桩身均匀性及单桩承载力等;

3 土和灰土挤密桩、DDC桩应检测桩长范围内桩身填料的平均压实系数、桩间土的平均挤密系数、桩顶标高、成桩直径、桩长及桩位等;

4 水泥粉煤灰碎石桩应检测桩顶标高、桩位、桩体试块抗压强度、桩身完整性及单桩承载力等;

5 夯实水泥土桩应检测夯填桩体的干密度及单桩承载力等;

6 振冲碎石桩、沉管砂石桩应检测桩顶标高、桩位、成桩直径、桩身密实度及桩身的均匀性等;

7 柱锤冲扩桩应检测桩身的压实系数、桩间土挤密系数、成桩直径、桩位、桩数及桩顶标高等;

8 强夯置换法应检测墩体直径、墩长、墩顶标高及单墩竖向抗压承载力等。

3.0.6 褥垫层施工中应进行质量控制和监测,施工结束后应进行工程质量检验和验收。

4 材料要求

4.0.1 砂石褥垫层材料应符合下列规定：

1 级配砂石宜选用质地坚硬的角砾、圆砾、砾砂、粗砂、中砂或石屑，级配应良好，不含植物残体、垃圾等杂质，有机物含量不超过5%、含泥量小于3%。当采用人工级配时，砂的体积含量宜为20%~30%，应采用机械拌合均匀。砂石的最大粒径不宜大于20mm。对湿陷性黄土或膨胀土地基，不得选用砂石等透水性材料。

2 碎石宜采用未风化或微风化的干净砾石或碎石，其最大粒径不宜大于30mm，含泥量不得超过3%。

3 砂宜选用天然中砂、粗砂，砂料的不均匀系数不应小于5，砂应有良好的坚固性，有机物含量不超过5%、含泥量小于3%。

4 天然级配砂石材料要求级配良好，其颗粒的不均匀系数不应小于5，曲率系数 $C_u = 1 \sim 3$ 。

4.0.2 混合土褥垫层材料应符合下列规定：

1 石灰宜选用新鲜的消石灰，其最大粒径不得大于5mm，且不得含有过火石灰与未熟化的生石灰；

2 水泥可选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥，水泥强度、凝结时间、安定性应符合要求；

3 粉煤灰应满足相关标准对腐蚀性和放射性的要求，粉煤灰褥垫层中采用掺加剂时，应通过试验确定其性能及适用条件；

4 矿渣宜选用分级矿渣、混合矿渣及原状矿渣等高炉重矿渣，矿渣的松散重度不应小于 11kN/m^3 ，有机质及含泥总量不得超过5%；褥垫层设计、施工前应对所选用的矿渣进行试验，确认性能

稳定并满足腐蚀性和放射性安全的要求；

5 土料宜采用黏性土及粉质黏土,有机质含量不得超过5%,且不得含有冻土或膨胀土。不宜使用块状黏土和砂质粉土,且不得含有松软杂质。土料应过筛且最大粒径不得大于15mm。

4.0.3 土工合成材料加筋褥垫层材料应符合下列要求:

1 土工合成材料加筋褥垫层所选用土工合成材料的品种、性能及填料,应根据工程特性和地基土质条件,按照现行国家标准《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290的要求,通过设计计算并进行现场试验后确定;

2 土工合成材料应采用抗拉强度较高、耐久性好、抗腐蚀的土工带、土工格栅、土工格室、土工织物等;

3 褥垫层填料宜用碎石、角砾、砾砂、粗砂、中砂等材料,且不宜含氯化钙、碳酸钠、硫化物等化学物质;当工程要求垫层具有排水功能时,垫层材料应具有良好的透水性;

4 土工合成材料应有产品合格证,材料应色泽均匀,无开裂损伤,厚薄一致,网格均匀,断面一致;选用时必须要有相应资质检测单位出具的检测报告;

5 土工合成材料运送过程中应进行封盖,存放场地应通风、干燥,远离火源,严禁日光照射。

5 设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 复合地基应设置褥垫层。
- 5.1.2 应根据场地土质条件、复合地基形式、施工机械设备及填料性质和来源等综合分析后,进行褥垫层的设计,并选择施工方法。
- 5.1.3 湿陷性黄土地区复合地基应加强防水,褥垫层不应采用砂石等透水性材料。
- 5.1.4 褥垫层的铺设应在竖向增强体及复合地基检验结果达到设计要求后进行。
- 5.1.5 褥垫层设置范围应不小于复合地基范围,每边超出复合地基外边缘的宽度不宜小于褥垫层的厚度。

5.2 砂石褥垫层

- 5.2.1 砂石褥垫层适用于采用振冲碎石桩、沉管砂石桩、水泥石搅拌桩、旋喷桩、夯实水泥土桩、水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)、柱锤冲扩桩或强夯置换法复合地基,以及非湿陷性黄土场地的土和灰土挤密桩复合地基和多桩型复合地基。
- 5.2.2 砂石褥垫层材料宜采用中砂、粗砂、级配砂(碎)石等;中砂、粗砂及级配砂石最大粒径不宜大于20mm,级配碎石最大粒径不宜大于30mm。
- 5.2.3 褥垫层厚度应根据桩径、桩顶构造、增强体承载力及桩间土承载力等因素综合确定,砂石褥垫层厚度可按表5.2.3的规定确定。

表 5.2.3 不同复合地基形式下砂石褥垫层厚度

复合地基形式		褥垫层铺设厚度(mm)
振冲碎石桩和沉管砂石桩复合地基		300 ~ 500
水泥土搅拌桩复合地基		200 ~ 300
旋喷桩复合地基		200 ~ 300
夯实水泥土桩复合地基		200 ~ 300
CFG 桩复合地基		桩径的 40% ~ 60%且 不小于 200
柱锤冲扩桩复合地基		200 ~ 300
非湿陷性黄土地土和灰土挤密桩复合地基		300 ~ 600
强夯置换法复合地基		300 ~ 500
多桩型复合地基	刚性长、短桩复合地基	刚性桩直径的 1/2 且 不小于 200
	刚性桩与其他材料增强体 组合的复合地基	刚性桩直径的 1/2 且 不小于 200

5.2.4 砂石褥垫层压实系数不应低于 0.97, 夯填度不应大于 0.9。

5.3 混合土褥垫层

5.3.1 混合土褥垫层适用于灰土(素土)挤密桩、夯实水泥土桩、DDC 桩等复合地基以及多桩型复合地基中处理湿陷性黄土土层的复合地基。

5.3.2 灰土褥垫层石灰与土的体积比例宜采用 2:8 或 3:7, 水泥土褥垫层水泥掺量宜为 3%~25%, 具体掺量应根据设计或试验确定。

5.3.3 褥垫层厚度应根据桩径、桩顶构造、增强体承载力及桩间土承载力等因素综合确定, 混合土褥垫层厚度宜为 300mm~600mm。湿陷性黄土地基褥垫层材料宜采用灰土。

5.3.4 混合土褥垫层压实系数不应低于 0.95。

5.4 土工合成材料加筋褥垫层

5.4.1 软土地区采用减沉作用为主的复合地基时,宜采用土工合成材料加筋褥垫层。

5.4.2 土工合成材料加筋褥垫层适用于酸、碱、盐等恶劣腐蚀环境的振冲碎石桩和沉管砂石桩复合地基、水泥土搅拌桩复合地基、旋喷桩复合地基、夯实水泥土桩复合地基、CFG桩复合地基、柱锤冲扩桩复合地基、多桩型复合地基、刚性长短桩复合地基,以及抗震设防烈度较高的地区与场地土易液化地区,其中透水型土工合成材料不适用于湿陷性黄土地区和膨胀土地区。

5.4.3 土工合成材料加筋褥垫层厚度、所选用土工合成材料的品种与性能、填料类型、土工合成材料层数,应根据工程特性和地基土质条件,通过设计计算并进行现场试验后确定。当工程要求垫层具有排水功能时,垫层材料应具有良好的透水性。

5.4.4 土工合成材料加筋褥垫层的加筋体设置应符合下列规定:

- 1 一层加筋时,可设置在垫层的中部;
- 2 多层加筋时,首层筋材距垫层顶面的距离宜取30%垫层厚度,筋材层间距宜取30%~50%的垫层厚度,且不宜小于200mm。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 褥垫层施工前应编制施工方案,并应经监理(建设)单位审查批准后实施。

6.1.2 施工单位应对褥垫层作业人员进行技术、质量、环保、安全、文明施工交底和必要的作业指导培训。

6.1.3 施工前应组织图纸会审,图纸会审纪要连同施工图应作为施工依据,并列列入工程档案。

6.1.4 褥垫层铺填前应组织有关单位共同验槽,包括轴线尺寸、水平标高、地质情况等,并检测竖向增强体的质量,办理隐蔽工程验收手续。

6.1.5 为避免基坑(槽)底土层受扰动,在基坑(槽)开挖时可保留一定厚度的预留覆盖土层暂不挖除,待铺填褥垫层前再挖至设计标高,在接近基底的200mm厚度土层应采用人工开挖的方法,以防止地基土受到扰动。

6.1.6 基底开挖清理完成后应及时铺设褥垫层。

6.1.7 褥垫层材料进场时,应根据材料种类的不同,分别进行检验:

- 1 砂石材料应对其级配、粒径、有机质含量、含泥量、含水率进行检验;
- 2 水泥应对其品种、代号、强度、安定性、凝结时间进行检验;
- 3 石灰应对其外观质量、烧矢量、熟化程度、细度、MgO和CaO含量进行检测;
- 4 土工合成材料应对其相对密度、单位面积质量、厚度、压缩

性、抗压强度、撕裂强度、握持拉伸强度、顶破强度、刺破强度、直剪摩擦和耐久性进行检测。

6.1.8 褥垫层施工应根据不同的垫层材料和场地条件等因素,按表6.1.8的规定确定碾压设备。

表6.1.8 碾压设备选择表

褥垫层种类	砂石褥垫层	灰土褥垫层	水泥土褥垫层	土工合成材料加筋褥垫层
碾压设备	平碾、振动碾	平碾、振动碾、羊足碾、蛙式夯、柴油夯	平碾、振动碾、平板振动器、蛙式夯	平碾

注:狭窄场地、边角部位宜采用蛙式夯、柴油夯、平板夯等小型夯实设备。

6.1.9 施工前应根据工程特点、施工条件、碾压设备、褥垫层填料种类、设计要求的压实系数与夯填度等进行现场压实试验,确定填料含水量控制范围、虚铺厚度、每层夯实或碾压遍数、机械碾压速度等参数,并根据现场条件确定施工工艺和方法。如无试验数据,也可按表6.1.9的规定确定施工参数。

表6.1.9 褥垫层施工分层虚铺厚度及碾压遍数

施工设备	机械行走速度 (km/h)	每层虚铺厚度 (mm)	每层压实遍数
平碾(8t~12t)	2~4	200~250	6~8
振动碾(8t~15t)	2~3	200~300	4~5
羊足碾(5t~16t)	1~3.5	200~250	8~16
柴油夯、蛙式夯(200kg)	-	150~200	4~5
人力夯(40kg~80kg)	-	<150	4~5

6.1.10 褥垫层施工时,基底以下土层不得扰动、冻胀、浸泡。

6.1.11 褥垫层底面宜设在同一标高上,如深度不同,基底土层应挖成阶梯或斜坡搭接,各分层搭接位置宜错开0.5m~1.0m的距离,并按先深后浅的顺序进行褥垫层施工,搭接处应夯压密实。

6.1.12 褥垫层施工过程中应检查每层虚铺厚度、含水率、压实系数或夯填度。每层虚铺厚度可用控制桩控制。

6.1.13 褥垫层施工时,应采取地面排水措施,当其阻碍原地表水畅通排泄时,应修建截水沟或设置其他排水设施。

6.1.14 铺设褥垫层时应保护好现场的轴线桩、水准点桩,并应经常复测。

6.1.15 斜坡地貌近临空面的褥垫层施工时应按先深后浅的顺序进行,铺摊宽度应超出设计宽度500mm,再在外边采用优质土同厚度铺平,采用静压的方法与褥垫层同时压实,不宜采用振动压实的方法,防止褥垫层周边不稳塌陷。必要时可用适当宽度的砌体作挡土墙。

6.2 基底要求与处理

6.2.1 施工前应根据设计图纸测量和复核复合地基的平面位置与标高。

6.2.2 在褥垫层铺设前,应按设计要求将预留的松动土层挖除。

6.2.3 复合地基基底表面应符合下列要求:

- 1 基底土应符合设计要求且不应扰动;
- 2 浮土、淤泥、杂物清除干净,原有地基土应进行平整处理,局部高差不得大于50mm;
- 3 基底土应及时排除积水,不得在浸水条件下施工。

6.3 砂石褥垫层施工

6.3.1 砂石褥垫层施工应规划好机械进出场路线及施工顺序,做好高程控制桩等技术准备工作。

6.3.2 砂石褥垫层的施工含水率应控制在 $\omega_{op} \pm 2\%$ 的范围内。

最优含水率 ω_{op} 可通过击实试验确定。

6.3.3 砂石褥垫层铺摊施工应符合下列规定:

- 1 砂石褥垫层厚度较大时,四周宜设置模板,以控制垫层厚度;
 - 2 施工过程中严格控制各层虚铺厚度、含水率、碾压遍数、压实系数、夯填度;
 - 3 砂石褥垫层铺设时严格控制标高,第一遍压实后局部低洼或高出的部位应立即修整,修整完成后再进行第二层铺设;
 - 4 当采用人工级配砂、砾(碎)石混合料时,应通过相对密度试验对不同的砂、石比例进行试验,找出最佳砂石比,按照最佳砂石比例拌合均匀;
 - 5 应根据碾压设备与褥垫层总厚度计算每层虚铺厚度,严格按照拟定的厚度铺摊均匀、平整,不得产生粗细颗粒分离现象。
- 6.3.4** 砂石褥垫层宜采用静力压实法,当基础底面下桩间土的含水率较小或褥垫层厚度大于300mm时,也可采用振动压实法。
- 6.3.5** 对于碾压机械不能到位的狭窄场地和边角部位宜采用小型振动夯实机进行夯实。
- 6.3.6** 砂石褥垫层压实完成后应平整密实,无坑洼,无砂窝、石堆等级配不良问题,无明显轮迹。
- 6.3.7** 砂石褥垫层碾压完毕后,严禁车辆在褥垫层上通行,并及时进行基础混凝土垫层浇筑,严禁长时间暴露。

6.4 混合土褥垫层施工

- 6.4.1** 混合土褥垫层施工前,应设置高程控制桩,为褥垫层标高控制与分层厚度控制提供依据。
- 6.4.2** 混合土褥垫层施工时,应采取基坑排水措施,不得在浸水条件下施工。
- 6.4.3** 混合土应按设计要求的比例优先采用机械拌合。如现场不具备机械拌合条件而采用人工拌合方法时,翻拌不得少于3次。混合土应保证拌合均匀、颜色一致。

6.4.4 混合土褥垫层的施工含水率应控制在 $\omega_{op} \pm 2\%$ 的范围内。最优含水率 ω_{op} 可通过击实试验确定。

6.4.5 混合土褥垫层施工,应符合下列规定:

1 混合土褥垫层应分层铺摊、分层压实,每层虚铺厚度不应超过300mm;

2 每层铺摊后均应将表面找平,用高程控制桩和标准杆对应检查;

3 灰土拌合均匀后,应在当日铺填碾压完成,不得铺摊后隔日碾压;

4 已拌合完成的水泥土应在4h内完成碾压;

5 拌合完成的灰土、水泥土不得暴晒、淋雨、受冻;

6 为保证压实质量,在碾压时应控制机械碾压速度;

7 灰土褥垫层碾压密实后,应采取防淋雨措施,3天内不得受水浸泡;

8 每层碾压后应按规定检测压实系数,符合设计要求后方可进行上层施工;

9 混合土褥垫层碾压完成后,严禁车辆在褥垫层上通行;

10 最后一层碾压密实后,表面应拉线找平,并符合设计规定的标高。

6.4.6 混合土褥垫层面积较大时,宜分段施工。分段的接缝不应在柱基、墙角及承重窗间墙下位置,上下相邻两层的接缝距离不应小于500mm,接缝处宜增加压实遍数。

6.4.7 对于碾压机械不能到位的狭窄场地、边角部位宜采用蛙式夯、柴油夯等小型夯实机进行夯实。

6.4.8 混合土褥垫层验收合格后,应及时进行基础混凝土垫层浇筑,严禁长时间暴露。

6.5 土工合成材料加筋褥垫层施工

6.5.1 土工合成材料加筋褥垫层填料应分层铺摊、分层碾压,铺

摊厚度机械压实不宜超过250mm,人工夯实不宜超过150mm,含水率应控制在 $\omega_p \pm 2\%$ 的范围内。

6.5.2 土工合成材料加筋褥垫层施工应合理选择碾压设备,宜采用静力压实法,碾压机离加筋材料的垂直距离不宜小于150mm,机械宜直行。

6.5.3 土工合成材料铺设施工,应符合下列规定:

- 1 地基土顶面应平整,不得有尖锐物体;
- 2 应选用较大幅宽的加筋体,两幅拼接时接头强度不应小于原强度的70%;

3 土工合成材料铺设顺序应先纵向后横向,铺设时将土工合成材料张拉平整、绷紧,严禁出现皱折,筋材每端预留长度不宜小于1m,且将端部反包回折压入垫层中;

4 土工合成材料应避免暴晒或裸露,受阳光暴晒时间不应超过8h;

5 施工人员在铺放土工合成材料时禁止穿带钉的鞋;

6 应避免运料车及其他施工机械直接在张紧定位的加筋材料上行驶;

7 当土工合成材料受到损坏时,应立即修补。

6.5.4 土工合成材料连接可采用搭接、缝合、钉接和粘接等方法,应符合下列规定:

1 采用搭接法必须保证有足够的搭接长度,搭接长度不得小于300mm,相邻短边接头应错开至少2m;

2 采用缝合法时,可用尼龙涤纶线面对面缝合,单道线缝合搭接长度不小于50mm;双道线搭接长度不小于100mm。接缝合线强度不小于土工合成材料强度的80%;

3 采用钉接法时,用U形钉将两块织物连接起来。U形钉应采取防锈措施,其每边伸出长度应不少于30mm;

4 粘接法分为加热粘接法、粘结剂粘接法和双面胶布粘接法。粘接时搭接宽度可取100mm左右,其接缝片的强度与土工织

物原有的强度相同。双面胶布粘接法工艺复杂,不宜在现场使用。

6.5.5 土工合成材料加筋褥垫层施工时,每道工序完成经验收合格后,方可进行下一道工序。

6.6 季节性施工

6.6.1 雨期施工应符合下列要求:

1 雨期施工时应有防雨排水措施,防止地表水流入坑槽内造成边坡塌方或基土破坏;

2 褥垫层原材料存放地应保持地面干燥,并应防雨覆盖,周围应有排水措施;

3 碾压完成后的施工面应采取防雨覆盖措施。

6.6.2 冬期施工应符合下列要求:

1 冬期施工时应按现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的有关规定执行;

2 不得采用夹有冰块的砂石、冻结的天然砂石与冻土,土料、石灰等原材料应采取保温措施,防止冻结;

3 在施工过程中应采取防止地基土受冻,必要时覆盖保温材料;

4 在施工时,应防止地基土被融化的雪水或冰水浸泡;

5 碾压完成后的施工面应采取防冻保温措施。

6.7 施工安全与环境保护

6.7.1 施工安全应符合现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59的有关规定。

6.7.2 操作人员应经过安全教育后进场,施工过程中应定期召开安全工作会议及开展现场安全检查工作。

6.7.3 施工机械的使用应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33的规定。

6.7.4 施工临时用电应符合现行行业标准《施工现场临时用电安

全技术规范》JGJ 46的规定。

6.7.5 褥垫层施工应采取如下安全技术措施：

- 1 施工区域采用封闭管理,坑、槽边设防护栏杆,并设警示标志;
- 2 机械设备应定期进行检查、维修、保养,严禁带故障作业;
- 3 褥垫层施工应制订合理的作业程序和机械、车辆行走路线,现场设专人指挥、调度,机械作业应留有安全距离,确保安全施工;
- 4 夜间施工必须有足够的照明;
- 5 较深坑槽应设置爬梯;
- 6 打夯机的操作人员应穿绝缘胶鞋和配戴绝缘手套;
- 7 机电设备应有专人操作,并应遵守操作规程;
- 8 雨、雪、雾天气应停止施工,雨、雪后施工应排除积水或扫除积雪;
- 9 六级及以上大风天气应停止施工。

6.7.6 环境保护应符合下列要求：

- 1 施工过程的环境保护应符合现行行业标准《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146的有关规定;
- 2 现场项目部应建立环境保护体系,落实环境保护责任制;
- 3 现场应规范施工,保持作业环境的整洁卫生;
- 4 在居民区施工时应采用低噪音、低振动的设备或工具,合理安排作业时间,遵守当地关于防噪声的有关规定;
- 5 现场的施工道路应设专人清扫、洒水,褥垫层材料堆放应有防尘措施,并应遵守当地防尘的有关规定;
- 6 施工现场出入口处应设冲洗设备,对驶出车辆进行清洗,防止车辆带泥土污染道路,运料车辆应覆盖防止遗撒;
- 7 进入施工现场的车辆严禁鸣笛,装卸材料应轻拿轻放;
- 8 夜间施工应办理相关手续,并应采取措施减少声、光的不利影响。

7 质量检查与验收

7.1 一般规定

7.1.1 砂、碎石、水泥、石灰、土、土工合成材料等褥垫层原材料的检验项目、批量和检验方法,应符合国家及甘肃省现行有关标准的规定。

7.1.2 质量检查与验收的抽检位置应按下列要求综合确定:

- 1 抽检点宜随机、均匀、有代表性地分布;
- 2 建设、设计、监理人员认为的重要部位;
- 3 施工出现异常情况的部位。

7.1.3 褥垫层的施工质量检验应在施工过程中分层进行,并应在每层的压实系数(或夯填度)符合设计要求后铺填上一层。

7.1.4 施工前应检查砂、碎石、水泥、石灰、土、土工合成材料等原材料质量和配合比及拌和均匀性。

7.1.5 施工中应检查分层厚度、分段施工时搭接部分的压实情况、含水量、压实遍数、压实系数或夯填度。

7.1.6 褥垫层的质量验收应在施工企业自检合格的基础上进行。

7.2 质量检查

7.2.1 褥垫层的压实质量应符合设计要求。

检验数量:应逐层检查。对基坑每 100m^2 至少应检查1点;每一独立基础下至少应检查1点;基槽每20延米应检查1点。

检验方法:混合土褥垫层宜采用环刀法检测压实后的干密度与压实系数;砂石褥垫层与土工合成材料加筋褥垫层宜采用灌砂

法或灌水法检测压实后的干密度与压实系数,也可采用标高测量法检测压实后的夯填度。褥垫层材料的最大干密度和最优含水率应采用击实试验确定,压实后的干密度与压实系数应通过现场原位取样后采用烘干法或酒精燃烧法检测,试验方法按《土工试验方法标准》GB/T 50123执行。

检验标准:砂石褥垫层与土工合成材料加筋褥垫层压实系数不应小于0.97,夯填度不应大于0.90;混合土褥垫层压实系数不应小于0.95。

7.2.2 褥垫层材料质量应符合表7.2.2的规定。

检验数量:按检验批,每一检验批在料堆顶部、中部和底部均匀分布的15个不同部位抽取15份样品进行检查。

检验方法:按《土工试验方法标准》GB/T 50123、《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290等相关标准规定的试验方法检验。

表7.2.2 褥垫层材料质量检验标准

项次	项目	允许值或允许偏差	检验方法
1	砂石料有机质含量	≤5%	焙烧法
2	砂石褥垫层	砂石料含泥量	≤5%
3		砂石料粒径	≤30mm
4		含水量	最优含水量±2%
1		石灰粒径	≤5mm
2	混合土褥垫层	粉煤灰粒径	0.001mm~2.000mm
3		粉煤灰 Al ₂ O ₃ 及 SiO ₂ 含量	≥70%
4		土料有机质含量	≤5%
5		土颗粒粒径	≤15mm
6		含水量	最优含水量±2%

续表 7.2.2

项次	项目		允许值或允许偏差	检验方法
1	土工合成材料加筋褥垫层	土工合成材料强度	$\geq -5\%$	拉伸试验(结果与设计值相比)
2		土工合成材料延伸率	$\geq -3\%$	拉伸试验(结果与设计值相比)
3		填充材料应针对不同种类按照上述砂石褥垫层、混合土褥垫层相关项目检验		

7.2.3 褥垫层的铺设允许偏差应符合表 7.2.3 的规定。

检验数量:按每个单位工程抽样检验不得少于 3 处。

检验方法:检查允许偏差应采用钢尺、直尺、靠尺、楔形塞尺和水准仪。

表 7.2.3 褥垫层铺设允许偏差检验标准

项次	项目	允许偏差			检验方法
		砂石褥垫层	混合土褥垫层	土工合成材料加筋褥垫层	
1	表面平整度	15mm	10mm	15mm	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
2	标高	$\pm 20\text{mm}$	$\pm 10\text{mm}$	$\pm 20\text{mm}$	水准测量
3	分层厚度	$\pm 50\text{mm}$			水准测量
4	厚度	不大于设计厚度的 1/10, 且不大于 20mm			水准测量
5	土工合成材料搭接长度	—	—	+50mm, 0	用钢尺测量
6	土工合成材料搭接缝错开距离	—	—	符合设计要求	用钢尺测量
7	土工合成材料锚固(折回)长度	—	—	符合设计要求	用钢尺测量

7.3 质量验收

7.3.1 褥垫层应根据与生产和施工相一致且便于控制施工质量的原则按褥垫层种类、材料进场批次、工作班、施工段、变形缝划分为若干检验批。

砂石褥垫层、混合土褥垫层、土工合成材料加筋褥垫层完工后检验结果必须达到设计要求的标准。

7.3.2 褥垫层质量验收应检查下列文件和记录：

- 1 施工记录；
- 2 材料出厂合格证、性能检测报告,进场检查记录和复验报告；
- 3 压实度、夯填度试验记录；
- 4 土工合成材料接头抽样试验报告；
- 5 褥垫层检验批质量验收记录；
- 6 隐蔽工程验收记录；
- 7 复合地基承载力检验报告。

7.3.3 砂、碎石、水泥、石灰、土、土工合成材料等原材料的质量应符合设计要求。

检验数量:按本规程7.3.1条规定的检验批,每批抽样检验1组。

检验方法:观察检查和检查质量合格证明文件。

7.3.4 混合土褥垫层的配合比应符合设计要求。

检验数量:同一工程、同一检验批的同一配合比检查一次。

检验方法:观察检查和检查配合比记录。

7.3.5 褥垫层的压实质量应符合设计要求。

检验数量:按本规程7.3.1条规定的检验批,每批抽样检验1组。

检验方法:观察检查和检查试验记录。

7.3.6 褥垫层的铺设位置应符合设计要求。

检验数量:按本规程7.3.1条规定的检验批,每批抽样检验1组。

检验方法:观察检查和检查质量偏差测量记录。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,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 本规程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

- 1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 2 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025
- 3 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
- 4 《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004
- 5 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 6 《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290
- 7 《复合地基技术规范》GB/T 50783
- 8 《建筑施工安全检查标准》JGJ 59
- 9 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
- 10 《建筑桩基技术规范》JGJ 94
- 11 《建筑地基检测技术规范》JGJ 340

甘肃省地方标准

复合地基褥垫层技术规程

DB62/T 3189-2020

条文说明

甘肃省住建厅信息公开

浏览专用

目 次

1	总则	29
3	基本规定	30
4	材料要求	32
5	设计	36
5.1	一般规定	36
5.2	砂石褥垫层	37
5.3	混合土褥垫层	39
5.4	土工合成材料加筋褥垫层	40
6	施工	41
6.1	一般规定	41
6.2	基底要求与处理	42
6.3	砂石褥垫层施工	42
6.4	混合土褥垫层施工	43
6.5	土工合成材料加筋褥垫层施工	44
6.6	季节性施工	45
6.7	施工安全与环境保护	46
7	质量检查与验收	48
7.1	一般规定	48
7.2	质量检查	48
7.3	质量验收	49

甘肃省住建厅信息公开

浏览专用

1 总 则

1.0.1 随着复合地基设计水平的提高、施工工艺的改进和施工设备的更新,褥垫层的设计、施工及质量验收有了很大的发展。但由于工程建设的需要,建筑使用功能的要求不断提高,对复合地基褥垫层的设计、施工及质量验收有了更高的要求。因此,复合地基褥垫层的设计、施工和质量验收必须认真贯彻执行国家的技术经济政策,做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境等的要求。

1.0.2 本规程适用于甘肃省房屋建筑工程复合地基褥垫层的设计、施工和质量验收,铁路、公路、水利、电力、市政工程的建(构)筑物褥垫层也可根据工程特点参照本规程的相关规定。

1.0.3 因地制宜、就地取材、保护环境和节约资源是复合地基褥垫层工程应遵循的基本原则,符合国家的技术经济政策。

1.0.4 本规程未作规定的应按国家及甘肃省相关标准执行。

3 基本规定

3.0.1 本条规定了褥垫层设置的基本要求和选择褥垫层方案前应完成的工作,其中强调要进行现场调查研究,了解当地地基处理经验和施工条件,调查邻近建筑、地下工程和环境情况等。

3.0.2 大量工程实例证明,采用加强建筑物上部结构刚度和承载能力的方法,能减少地基的不均匀变形,取得较好的技术经济效果。因此,对于需要进行地基处理的工程,在选择地基处理方案时,应同时考虑基础和地基的共同作用,尽量选用加强上部结构和处理地基相结合的方案,这样既可降低地基处理费用,又可达到满意的效果。湿陷性黄土地、大厚度欠固结场地在含水量增大时,易引起场地土体的沉降,膨胀土地含水量增大时,易引起场地土体的抬升,盐渍土地土中可溶性盐的溶解、结晶引起的体积变化都会导致上部结构出现问题。

3.0.4 褥垫层是复合地基的重要组成部分,在复合地基中起到了保证桩土共同承担荷载的作用。褥垫层设计适当,可使桩、桩间土荷载分担比合理,减少基础底面应力集中。但由于褥垫层材料获取方便,也容易导致材料质量不易控制,因此褥垫层材料进厂时要把控好质量。

3.0.5 褥垫层施工前应针对各类复合地基形式进行竖向增强体的检验,检验除采用现场测量外,还应委托有资质的检测单位进行专业检测,保证竖向增强体满足设计要求与相关规范标准。检测应在施工结束并间隔一定的时间进行,检测数量应由设计单位根据场地复杂程度和建筑物重要性提出具体要求。设计有要求时,还应检测桩间土的承载力、湿陷性等指标,宜采用十字板剪切、静力触探或其他原位测试方法等进行施工质量检验。在湿陷性黄土

地区,对特别重要的项目尚应进行现场浸水载荷试验。在竖向增强体与桩间土检测均合格后方可进行褥垫层施工。

3.0.6 褥垫层施工中应有专人负责质量控制和监测,并做好施工记录。地基处理工程是隐蔽工程,施工技术人员应掌握工程地基处理目的、加固原理、技术要求和质量标准等,根据场地情况和施工条件及时调整施工工艺和施工参数,实现设计要求。同时,地基处理又是经验性很强的工作,根据场地勘测资料以及建筑物的地基要求进行设计,在现场实施中仍有许多与场地条件和设计要求不符合的情况,需要及时解决。褥垫层施工结束后,必须按本规程及国家有关规定进行质量检验和验收。

4 材料要求

4.0.1 级配好的砂石是良好的褥垫层材料,但对具有排水要求的砂石褥垫层宜控制含泥量不大于3%;采用细砂时,应改善材料的级配状况,在掺加碎石或卵石使其颗粒不均匀系数不小于5并拌合均匀后,方可用于褥垫层施工。由于褥垫层沉降控制比较严格,因此对于砂石级配要求较高,对于人工级配砂石,对砂的体积含量做了限定,根据实际工程案例和施工经验,当采用人工级配时,砂的体积含量宜为20%~30%。砂石褥垫层厚度相对较小,对砂石最大粒径也做了限制,不宜大于20mm。由于砂石褥垫层具有良好的透水性,因此对于湿陷性黄土或膨胀土地区,不得选用砂石等透水性材料作为褥垫层。

碎石即破碎的小块岩石,它的大小、形状及纹理都呈现不规则状态,其性质类似于砂石,在各地用作褥垫层材料时取得了很好的成效。但应控制好含泥量、含粉量和级配,或与其他材料掺和使用,才能保证褥垫层的质量。

4.0.2 混合土褥垫层主要为石灰、水泥、粉煤灰、矿渣等一种或多种具有胶凝作用的材料与土料拌合后形成褥垫层材料。灰土所用的消石灰应符合优等品标准,储存期不超过3个月,所含活性CaO和MgO越高则胶结力越强,通常灰土的最佳含灰率约为CaO+MgO总量的8%。石灰应在使用前15天用清水予以熟化,充分消解成粉末状并过筛,同时也不应存在过火石灰,避免生石灰在熟化过程中体积膨胀对建筑物造成破坏。灰土应按设计要求比例进行搅拌,使其达到均匀、色泽一致的要求。

粉煤灰由于含有CaO、SO₃等成分,具有一定的活性,当与水

作用时,将发生水化反应,使粉煤灰垫层逐渐获得一定的强度与刚度,有效地改善了复合地基褥垫层的承载能力及减小变形的能力。由于粉煤灰有放射性,故作为建筑物褥垫层的粉煤灰应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566的有关规定。粉煤灰含碱性物质,回填后碱性成分在地下水中溶出,使地下水呈弱碱性,因此应考虑其对地下水的影响并应对粉煤灰垫层中的金属构件、管网采取防腐措施。

矿渣的稳定性是其是否适用于褥垫层材料的最主要性能指标,原冶金部试验结果证明,当矿渣中CaO的含量小于45%及FeS与MnS的含量约为1%时,矿渣不会产生硅酸盐分解和铁锰分解,排渣时不浇石灰水,矿渣也就不会产生石灰分解,则该类矿渣性能稳定,可用作褥垫层材料。对厚度较小的褥垫层可选用8mm~20mm与20mm~30mm的分级矿渣或0mm~30mm的混合矿渣;褥垫层厚度较大时,矿渣最大粒径不宜大于50mm或大于分层铺填厚度的2/3。与粉煤灰相同,对用于褥垫层的矿渣,同样要考虑放射性、对地下水和环境的影响及对金属管网、构件的影响。

土料宜为黏性土及粉质黏土,严禁采用冻土、膨胀土和盐渍土等活性较强的土料。土料中有机质含量不得超过5%,且不得含有冻土、膨胀土、碎砖、瓦砾和石块。不宜使用块状黏土和砂质粉土,且不得含有松软杂质。为保证经济原则,土料宜就地取材,使用前应过筛且最大粒径不得大于15mm。用于湿陷性黄土或膨胀土地基的褥垫层土料,不应夹有砖瓦和石块。灰土强度随土料中黏粒含量增高而加大,塑性指数小于4的粉土中黏粒含量太少,不能达到提高灰土强度的目的,因而不能用于拌合灰土。

4.0.3 土工合成材料(Geosynthetics)是近年来随着化学合成工业的发展而迅速发展起来的一种新型土工材料,主要由涤纶、尼龙、腈纶、丙纶等高分子化合物,根据工程的需要,加工成具有弹性、柔性、高抗拉强度、低延伸率、透水、隔水、反滤性、抗腐蚀性、抗老化

性和耐久性的各种类型的产品,如土工格栅、土工格室、土工垫、土工带、土工网、土工膜、土工织物、塑料排水带及其他土工合成材料等。由于这些材料的优异性能及广泛的适用性,受到工程界的重视,被迅速推广应用于河岸护坡、堤坝、公路、铁路、港口、堆场、建筑、矿山、电力等领域的岩土工程中,取得了良好的工程效果和经济效益。用于褥垫层的土工合成材料,在褥垫层中主要起加筋作用,以提高地基土的抗拉和抗剪强度,防止褥垫层被拉断和剪切破坏,保持垫层的完整性,提高褥垫层的抗弯刚度。因此利用土工合成材料加筋的褥垫层有效地改变了垫层的性状,增大了压力扩散角,降低了下卧土层的压力,约束了地基侧向变形,调整了地基不均匀变形,提高了地基的稳定性。由于土工合成材料的上述特点,在陇南软弱黏性土、泥炭、沼泽地区用于修建道路、堆场等取得了较好的成效。采用土工合成材料加筋褥垫层时,应根据工程荷载特点、对变形稳定性的要求、地基土的工程性质、地下水性质及土工合成材料的工作环境等,选择土工合成材料的类型、布置形式及填料品种,主要包括:(1)确定所需土工合成材料的类型、物理性质、主要的力学性质如允许抗拉强度及相应的伸长率、耐久性与抗腐蚀性等;(2)确定土工合成材料在褥垫层中的布置形式、间距及端部的固定方式;(3)选择适用的填料与施工方法等。土工合成材料的耐久性与老化问题,在工程界均有较多的关注,老化的主要因素有:紫外线照射、60℃~80℃的高温和氧化等。在岩土工程中,由于土工合成材料是埋在地下的土层中,上述三个影响因素皆极微弱,故土工合成材料能满足常规建筑工程中的耐久性需要。在土工合成材料加筋褥垫层中,主要由土工合成材料承受拉应力,所以要求选用高强度、抗腐蚀及耐久性好、徐变性与延伸率适宜的材料,以保证褥垫层的稳定性及防止侧向变形。

土工合成材料加筋褥垫层中的填料可参照砂石褥垫层或混合土褥垫层的要求,但不宜存在对土工合成材料具有腐蚀性的化学

物质。土工合成材料不得存在损伤等质量缺陷,为土工合成材料加筋褥垫层埋下质量隐患。为保证施工安全、防止土工合成材料老化,土工合成材料在存储过程中尽量避免日光直接照射、远离火源,并做好防火措施。

甘肃省住房和城乡建设厅信息公开
浏览专用

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 在复合地基上设置褥垫层可以增加桩间土承担荷载的比例,充分利用桩间土的承载潜能,提高地基承载力。褥垫层的铺设利于防止桩体向上刺入,增加桩土应力比,减小沉降。

5.1.4 褥垫层铺设前,应保证竖向增强体与复合地基检验结果达到设计要求的标准。

5.1.5 本条规定褥垫层设置范围比复合地基外围超出宽度不宜小于褥垫层厚度,主要考虑到上部荷载必须全部通过褥垫层传给下部地基,而基础四周易因褥垫层过早向基础范围以外挤出而导致该部分褥垫层失效,桩、土的承载力不能充分发挥。由于褥垫层模量及其下部加固体的复合模量远大于未加固土的模量,如果褥垫层底部不能有效覆盖上部附加应力的分布范围,在附加应力的作用下,褥垫层周围的土体产生的沉降将大于基础的沉降。

目前国内研究资料表明,褥垫层设置宽度可按照应力扩散原则,并考虑施工机具影响的附加宽度 C ,按下式计算:

$$B' = B + 2H \tan \varphi' + C \quad (5-1)$$

式中: B ——基础宽度;

φ' ——应力扩散角,可取褥垫层材料的内摩擦角 φ ;

C ——一般取200mm。

若基础侧面土质较好,褥垫层设置范围可适当减小。也可在基础底部外边设置圈梁,防止褥垫层侧向挤出。

5.2 砂石褥垫层

5.2.1 对于桩身为散体材料的复合地基,由于施工的影响,施工后的表层土需挖除或密实处理,所以设置砂石褥垫层非常有益,砂石褥垫层可以起到排水的作用,有利于施工后加快土体固结;对独立基础等小基础,砂石褥垫层还可以起到明显的应力扩散作用,降低桩和桩周土的附加应力,减少桩体侧向变形,从而提高复合地基承载力,减少地基变形量。

由于砂及砂石有透水性,因此不适用于湿陷性黄土地基。砂和砂石垫层一方面因砂和砂石材料透水性大,软弱土层受压后,垫层可作为良好的排水面,可以使基础下面的孔隙水压力迅速消散,加速垫层下软弱土层的固结和提高其强度,避免地基上塑性破坏;另一方面,因其材料孔隙大,不易产生毛细管现象,因此可以防止寒冷地区中结冰所造成的冻胀。

5.2.2 褥垫层设置的目的是协调压缩变形,采用中(粗)砂、级配砂石作为褥垫层能得到较好的协调效果。由于砂石褥垫层厚度相对较小,故对砂石与级配碎石最大粒径做了限制。

5.2.3 由于褥垫层工作机理复杂,且目前对褥垫层厚度与桩土荷载分担比关系的研究尚不够深入,试验和实测的资料比较少,定量分析褥垫层厚度与褥垫层作用发挥程度之间的关系现仍有较大难度,因此本规程对褥垫层厚度的规定仍按行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79的要求确定。同时由于对抗震设防区,不宜采用厚度过薄的褥垫层设计,甘肃省属于抗震设防区,且存在湿陷性黄土、盐渍土等特殊土,褥垫层厚度如果小于200mm,不利于协调变形,也不易保证施工质量,例如天水市秦州区某项目,长螺旋钻孔压灌混凝土桩复合地基的褥垫层采用300mm厚的碎石。故表5.2.3中规定褥垫层厚度不小于200mm。

根据近年来复合地基理论研究成果,复合地基的褥垫层厚度

与增强体直径、间距、桩间土承载力发挥和复合地基变形控制等因素有关,褥垫层过厚时会形成较深的负摩阻区,影响复合地基增强体承载力的发挥;褥垫层过薄时,复合地基增强体水平受力过大,容易损坏,同时影响复合地基桩间土承载力的发挥。因此,褥垫层厚度的设计不是简单的在本规程表 5.2.3 中所示范围内随意取用某一值,应根据桩间土和桩端土的性质及复合地基的置换率进行具体设计确定,否则,有可能造成浪费,或者造成褥垫层作用效果不佳。褥垫层厚度设计时应考虑下列三种因素:

1 考虑桩间土性质的影响:对于中高灵敏度土,应当加厚褥垫层,防止褥垫层施工时造成“橡皮土”;对于承载力较低的桩间土,褥垫层铺设不宜太厚,以使桩体更多地承担荷载;对于承载力较高的桩间土,褥垫层铺设应适当加厚,让桩间土多分担荷载,以减少桩的应力集中。

2 考虑桩端土性质的影响:桩端如进入承载力较高的硬土层,而桩间土承载力又较低时,褥垫层厚度应适当减小,尽量让桩承担更多的荷载;如桩端未进入承载力较高的土层,而桩间土承载力又较高时,应适当加大褥垫层的厚度,让桩间土分担较多的荷载。

3 考虑复合地基置换率的影响:置换率小,则单桩承担荷载大,为发挥桩间土的承载作用,褥垫层应适当加厚;反之,应降低。

5.2.4 褥垫层夯填度指夯实后的褥垫层厚度与虚铺厚度的比值;压实系数是指压实后测的干密度与室内击实试验得到的最大干密度的比值,主要针对细粒土。对于碎石类,在不便采用压实系数进行控制的情况下,应采用夯填度来控制。褥垫层铺设后需压实,应分层进行,夯填度宜控制在 0.87 ± 0.03 。

压实系数 λ_c 、夯填度 w 应分别按下列公式计算:

$$\lambda_c = \frac{\rho_d}{\rho_{d\max}} \quad (5-2)$$

$$w = \frac{h}{H} \quad (5-3)$$

式中： λ_c ——压实系数；

ρ_d ——褥垫层压实后实测干密度(g/cm^3)；

$\rho_{d\max}$ ——褥垫层通过实验测得的最大干密度(g/cm^3)；

w ——夯填度；

h ——压实后的褥垫层厚度(mm)；

H ——褥垫层虚铺厚度(mm)。

5.3 混合土褥垫层

5.3.1 当复合地基用于处理湿陷性黄土地基时,宜选用混合土褥垫层。

5.3.2 灰土的强度随用灰量的增加而提高,但当大于一定限值后强度增加很小,故灰土中石灰与土的体积配合比宜为2:8或3:7。用于拌制水泥土的土质差别较大,水泥土褥垫层中水泥掺量宜为3%~25%,具体掺料应根据具体设计,通过试验确定。水泥土褥垫层中水泥可选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥,从成本控制角度考虑宜采用P·C32.5水泥,水泥强度、凝结时间、安定性应符合要求。由于国家环保政策的影响,石灰产量受到一定的限制,加上石灰质量不好控制,目前水泥土褥垫层的应用越来越多,有替代石灰土褥垫层的趋势。

5.3.3 考虑褥垫层厚度对桩土应力比、桩身应力、复合地基沉降和桩顶刺入量的影响,在桩顶标高以上设置适当厚度的灰土、水泥土褥垫层,一方面可使桩顶和桩间土找平,另一方面保证应力扩散,调整桩土应力比,并对减小桩顶应力集中也有良好作用。褥垫层厚度的设计不是简单的在本条规定数值范围内随意取用某一值,应根据竖向增强体直径、间距及承载力、桩间土承载力综合考虑;桩径大或桩距大时宜取高值,反之宜取低值;桩间土较软时宜

取高值,反之宜取低值。

5.3.4 混合土褥垫层压实系数为碾压完成的褥垫层实测干密度与由轻型标准击实试验测得的最大干密度的比值。

5.4 土工合成材料加筋褥垫层

5.4.1 甘肃省陇南市附近区域分布有部分软土地层,如采用复合地基处理方式并以减沉作用为主时,宜在褥垫层中夹铺土工合成材料。国内外研究表明,加筋褥垫层的拉膜效应可有效减小桩间软土的沉降,从而减小桩土差异沉降,达到较好的减沉效果。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 褥垫层施工前应编制施工方案,并按照要求进行审批。若复合地基施工组织设计(施工方案)中已经包含了褥垫层施工方案的内容,则可以单独编制褥垫层施工方案。

6.1.2 施工单位在施工前应对作业人员进行技术、质量、安全、环保、文明施工等方面的作业指导培训,目的是使作业人员熟练掌握褥垫层技术要求。

6.1.4 褥垫层的施工将对基坑(槽)与竖向增强体进行隐蔽,因此褥垫层施工前,应由施工单位进行自检,自检符合要求后,由建设单位组织勘察、设计、施工、监理等单位进行现场验槽,并办理隐蔽工程验收手续。

6.1.5 在基坑开挖后,竖向增强体施工时,大型机械设备在基坑(槽)底行走或移动,将会对地基土造成扰动,为了避免扰动,故要求在施工竖向增强体前,在基坑(槽)底预留一定厚度的覆盖土层。

6.1.6 为防止雨水浸泡或太阳暴晒对地基土造成破坏,故作了此规定。

6.1.8 为保证褥垫层碾压质量,不同类型褥垫层应采用相应适合的碾压设备,每次碾压均应与前次碾压轮迹宽度重叠一半,行行相接,后轮应超过两施工段的接缝,压实应均匀。机械碾压不到之处,辅以人工或小型机械夯实。

6.1.9 褥垫层的施工参数应根据施工条件、褥垫层填料种类、碾压设备型号及重量、设计要求等通过现场试验确定,以求得最佳

密实效果。

6.1.10 褥垫层下卧层为软弱土层时,因其具有一定的结构强度,一旦被扰动则强度大大降低,变形大量增加,将影响到复合地基的承载力与建筑的安全使用。

6.1.11 褥垫层底宜设置在统一标高,如标高不一致基底土层应挖成阶梯或斜坡搭接,各分层搭接位置应错开0.5m~1.0m的距离,并按先深后浅的顺序进行褥垫层施工,搭接处应夯压密实,搭接处应增加夯压遍数,保证夯压密实。褥垫层施工不宜在柱基、墙角及承重墙下进行搭接。

6.1.12 褥垫层施工质量与碾压程度有较大关系,为取得较好的碾压效果,在每层褥垫层铺设碾压后,应按照设计要求取样检测压实系数或测量夯填度,在达到设计要求后方可进行上一层的施工。

6.1.14 现场的轴线控制桩、水准点桩是保证建筑物设计位置的定位基准点,在施工中要经常使用,所以一经建立就应妥善保护,并定期复测,复测周期可根据实际情况确定。

6.2 基底要求与处理

6.2.1~6.2.3 对褥垫层施工的基底作了规定,目的是确保褥垫层施工位置准确、基底平整、地基土无扰动、无浸水。

6.3 砂石褥垫层施工

6.3.1 砂石褥垫层施工高程控制桩应沿褥垫层四周设置,间距不宜大于20m,若褥垫层面积较大,也应在中间部位适当设置,以方便拉线检查褥垫层铺摊厚度与平整度。

6.3.2 为取得最佳压实效果,宜采用砂石料最优含水率作为施工控制含水率。施工含水率偏差应控制在最优含水率 $\pm 2\%$ 的范围内。砂石含水率现场检查应采用烘干法,最优含水率应现场取样后在实验室通过击实试验检测确定。

6.3.3 砂石褥垫层施工过程中应严格控制各层虚铺厚度、含水率、碾压遍数、夯填度与压实系数,各层虚铺厚度宜采用高程控制桩进行检查,压实系数检测宜采用灌水法或灌砂法。当采用人工级配砂、砾(碎)石混合料时,应通过相对密度试验对不同的砂、石比例进行试验,优化级配,找出最佳的砂石比,按照比例拌合均匀。砂石料在铺摊后不得产生粗细颗粒分离现象,如果发生颗粒分离,应进行二次搅拌至均匀状态。

6.3.4 砂石褥垫层摊铺后,先用推土机预压1遍,然后用碾压机械静压,压轮重叠1/2轮宽~1/3轮宽,往复碾压,使其达到设计要求的压实系数与夯填度。当基础底面下桩间土的含水量较小及褥垫层厚度大于300mm时,也可采用振动压实法。

6.3.5 碾压机械碾压不到的狭窄场地、边缘及转角部位应采用小型振动夯实机补夯密实,但必须保证与大面积的密实度一致。在用小型夯实机时,每次夯板应重叠1/2板~1/3板,往复夯实。

6.3.6 砂石褥垫层压实完成后应平整密实,如出现坑洼、砂窝、石堆等现象时,应检查砂石级配、含泥量及含水率,经挖出返工后重新铺设碾压。

6.3.7 砂石褥垫层碾压完成后,应禁止车辆在其上行走,应及时进行交接验收,并及时浇筑混凝土垫层进行封闭,防止褥垫层干燥、扰动或松胀,使其密实度下降。

6.4 混合土褥垫层施工

6.4.1 施工高程控制桩应沿褥垫层四周设置,间距不宜大于20m,若褥垫层面积较大,也应在中间部位适当设置。

6.4.3 为了提高效率,降低劳动强度,混合土应优先采用拌合机进行拌合,水泥土搅拌时间不应少于1min。若现场不具备机械拌合条件,也可以采用人工拌合,但应至少翻拌3遍以上,使其达到均匀、色泽一致的要求。

6.4.4 为获得最佳密实效果,宜采用混合土的最优含水率 ω_{op} 作为施工控制含水率。对于灰土褥垫层和水泥土褥垫层,现场可控制在最优含水率 $\omega_{op} \pm 2\%$ 的范围内。当使用振动碾压时,可适当放宽下限范围值,即控制在最优含水率 ω_{op} 的 $-6\% \sim +2\%$ 范围内。最优含水率可按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123中轻型击实试验的要求测得。在现场可按“一攥成团、一捏即散”的原则对混合土的含水率进行鉴别。粉煤灰褥垫层施工含水量应控制在最优含水率 $\omega_{op} \pm 4\%$ 的范围内。若土料湿度过大或过小,应分别予以翻松晾晒或洒水湿润以调整土料的含水量。

6.4.5 为保证灰土施工含水量不致变化,拌合均匀后的灰土应在当日使用。根据水泥特性与试验检测结果,水泥一般超过4h就已经达到终凝,故规定水泥土拌合后应在4h内完成碾压。混合土褥垫层每层压实系数检测合格后应及时铺填上层,防止褥垫层干燥或扰动使碾压层密实度下降及扬起粉尘污染,同时应禁止车辆在施工完的褥垫层上通行。褥垫层表面太干时应适当洒水湿润后方可继续铺摊回填,保证上下层结合良好。灰土夯实后,在短时间内水稳性及硬化均较差,易受水浸而膨胀疏松,影响灰土的夯压质量,故注意采取防雨措施。

6.4.6 由于水泥土及灰土拌合后均有时效要求,如拌合后未在规定时间内铺摊碾压,将会对施工质量产生较大影响,故对于大面积混合土褥垫层宜划分施工段,组织分段施工,需要注意分段接缝处的处理。

6.4.8 为防止施工完成的混合土褥垫层表面干燥或扰动使褥垫层密实度下降及扬起粉尘污染,故规定在褥垫层施工完成后,及时组织验收,并及时浇筑混凝土垫层进行封闭。

6.5 土工合成材料加筋褥垫层施工

6.5.1 为获得最佳密实效果,土工合成材料加筋褥垫层填充材料

的施工含水率宜控制在 $\omega_{sp} \pm 2\%$ 范围内。

6.5.2 不同的碾压机具对土工合成材料的损伤不同,光面压路机对土工合成材料损伤较小,羊足碾、冲击式碾等压路机可能造成土工合成材料较严重的损伤。因此,在施工中应注意施工机具的选择,并应尽可能采用静力压实法,碾压机械应直行,不宜急转弯或打圈。如加筋层以上铺设碎石垫层时,应禁止采用振动压实的方法。

6.5.3 在铺设土工合成材料时,应保证地基土层顶面平整,防止土工合成材料被刺穿、顶破;加筋材料铺设时如有皱折,不利于加筋效果发挥,可采用人工拉紧、U形钉固定等措施将加筋材料固定于填土表面;聚合物土工材料在紫外线强烈曝晒下,都会发生老化现象,所以在材料运输、储存和铺设过程中,应采取覆盖、遮挡等措施,存放场地应通风干燥,尽量避免阳光曝晒;在填料铺摊与碾压过程中加筋材料易受到损伤,应采取本条中的这些措施尽量减少损伤,如已经造成了损伤应立即修补。

6.5.4 搭接连接时要求相邻短边接头错开至少2m,是为了增强加筋的整体效果。

6.5.5 加筋材料铺设完成后,应检查加筋材料的铺设长度、宽度、均匀程度、平展度、连接质量、分层厚度等,在碾压完成后应检验压实系数、夯填度、表面平整度等。

6.6 季节性施工

6.6.1 褥垫层原材料存放地应保持地面干燥,周围应有排水措施,并应覆盖防雨,雨天施工时应及时采取防水和排水措施,灰土垫层如遭受雨淋浸泡,应将积水及松软填料除去并重新补填。

6.6.2 冬期施工褥垫层要制定冬期施工措施。填料中不得含有冻土块,要做到随筛、随拌、随压、随盖,气温在 -10°C 以下时,不宜施工。

6.7 施工安全与环境保护

6.7.1 本条规定是为了科学地评价建筑施工安全生产情况,提高安全生产工作和文明施工的管理水平,预防伤亡事故的发生,确保职工的安全与健康,实现检查评价工作的标准化、规范化。

6.7.2 安全检查是消除事故隐患,预防事故,保证安全生产的重要手段和措施,是为了不断改善生产条件和作业环境,使作业环境达到最佳状态。未经安全教育的人员不得进场施工,进场人员应做好实名制登记。

6.7.3 机械设备应按时进行保养,当发现有漏保失修或超载带病运转等情况时,使用者应立即停用并向机械管理人员反映情况,机械管理人员应立即组织维修,同时应严格按现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33的规定操作施工机械,确保机械使用安全。

6.7.4 施工现场由于用电设备种类多、工作环境不固定、临时使用的特点,在电气线路的敷设,电器元件、电缆的选配等方面容易存在不规范行为,引发触电伤亡事故。因此按规范使用施工临时用电十分重要。

6.7.5 本条对褥垫层施工安全技术措施作了规定。施工现场应进行封闭式管理;在施工前应规划好机械车辆行走路线,做到施工安全有序;在下雨、雪及六级以上大风天气停止施工;除此之外,机械行驶或作业中除驾驶员外,机械任何地方均要严禁人员乘坐,机械运行中,严禁接触转动部位、进行检修和加油,两台以上压路机在同一区域作业时,前后间距不得小于3m,机械不得用高速档行驶和进行急转弯,不得长距离倒退行驶,作业后应将机械停放在平坦坚实的地方,并安全制动。

6.7.6 本条对褥垫层施工环保措施作了规定。项目管理人员环境保护责任制、机械保养、限额领料等制度应健全,做到有据可查、

有责可究；施工期间应严格控制噪声，并应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523的规定；施工现场出入口应设置冲洗设施、污水池和排水沟，应由专人对驶出车辆进行清洗保洁；在材料的运输、过筛、拌合及铺摊过程中，应采取有效措施防止尘土飞扬、沿途撒落，避免造成环境污染。

甘肃省住建厅信息中心
浏览专用

7 质量检查与验收

7.1 一般规定

7.1.2 质量检查与验收的抽检点宜随机分布,是指对褥垫层整体效果评价的要求。各参建方认为重要的部位、施工出现异常情况的部位的检验,是对褥垫层是否满足设计要求的补充检验。两者应结合考虑后综合确定。

7.1.3 本条明确了褥垫层在施工过程中如何组织验收工作,以确保地基与基础工程的质量。

7.2 质量检查

7.2.1 本条规定应逐层检查褥垫层的压实系数与夯填度,以保证压实质量。砂石褥垫层与土工合成材料加筋褥垫层可采取灌砂法、灌水法,也可采用标高测量法检测夯填度的方法;灰土、水泥土褥垫层可采取环刀法检测干密度与压实系数。同时提出了检验数量、检验方法。

7.2.3 本条提出了常规检查方法的规定,但不排除新的工具和检验办法。考虑目前的施工状况,检验结果80%以上的检查点(处)符合本规程或设计规定的质量要求,其他检查点(处)不得有明显影响使用,且最大偏差值不超过允许偏差值的1.5倍为合格。当达不到质量标准时,应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的规定处理。

7.3 质量验收

7.3.1 本条考虑到复合地基褥垫层的特点,不是按建筑地面子分部工程和分项工程检验批按抽查总数的5%计,提出按每一施工段或者变形缝划分检验批较为合适。

7.3.3 本条所提“质量合格证明文件”是指:随同进场材料或产品一同提供的、有效的中文质量状况证明文件。通常包括型式检验报告、出厂检验报告、出厂合格证等。进口产品还应包括出入境商品检验合格证明。

7.3.4 本条规定必须检查混合土褥垫层的体积比,并提出了检验数量、检验方法。

7.3.5 本条规定必须检查褥垫层的压实质量,并提出了检验数量、检验方法。

7.3.6 本条提出了褥垫层铺设位置的检验数量、检验方法。