

# JTJ

中华人民共和国交通行业标准

JTJ 035—91

## 公路加筋土工程施工技术规范

Technical Specifications for Construction  
of Highway Reinforced Earth Engineering

1991—08—12 发布

1992—02—01 实施

中华人民共和国交通部发布

中华人民共和国交通行业标准

公路加筋土工程施工技术规范

**Technical Specifications for Construction  
of Highway Reinforced Earth Engineering**

**JTJ 035—91**

主编单位：陕西省交通厅

批准部门：中华人民共和国交通部

施行日期：1992年2月1日

# 关于发布《公路加筋土工程 施工技术规范》的通知

(91)交工字 556 号

交通行业标准《公路加筋土工程施工技术规范》业经审查通过,现予批准发布。标准编号为 JTJ 035—91,自 1992 年 2 月 1 日起施行。

该规范的解释工作由陕西省交通厅负责,请各单位在执行过程中注意总结经验,将发现的问题和意见函告该厅,以便修订时参考。

中华人民共和国交通部

1991 年 8 月 12 日

## 编 制 说 明

为了适应我国公路建设事业发展的需要,更好地推广应用加筋土技术,根据交通部(88)交公路字 211 号文下达的任务,1988 年 3 月成立了以陕西省交通厅为主编单位,陕西省公路局、东南大学、山西省公路局、陕西省公路勘察设计院等单位参加的《公路加筋土工程施工技术规范》编制组。

在规范编制过程中,编制组作了比较广泛的调查研究。实地考察了陕西、山西、贵州、云南、广西、辽宁、吉林、北京、天津、四川、江苏、江西、广东等 26 个省、市修建的加筋土挡土墙,收集了大量的原始数据和观测资料,总结了全国各地多年来修建加筋土工程的施工实践经验,吸取了有关科研成果,在此基础上形成初稿。随后又广泛征求了全国各有关单位和专家学者的意见,经反复讨论修改定稿,最后经交通部审查批准。

本规范分为 5 章共 96 条及附录,主要内容有:总则、材料及构件、加筋土工程施工、特殊土的加筋土工程施工、质量检验评定标准。

为使规范更切合我国公路建设的实际情况,请各单位在执行过程中注意积累资料,总结经验,将需要修改、补充的意见和有关资料随时寄陕西省交通厅,以便今后修订时参考。

# 目 录

第一章 总则	1
第二章 材料及构件	2
第一节 填料	2
第二节 筋带	2
第三节 混凝土预制构件的材料及面板填缝料	4
第四节 构件	4
第三章 加筋土工程施工	6
第一节 准备工作	6
第二节 基础工程	7
第三节 面板安装	8
第四节 筋带铺设	12
第五节 填料的采集、摊铺、压实	15
第六节 防水、排水和其它工程	17
第四章 特殊土的加筋土工程施工	18
第一节 一般规定	18
第二节 软土及沼泽土	18
第三节 红粘土	19
第四节 膨胀土	20
第五节 黄土	21
第六节 季节性冻土	22
第七节 杂填土和岩溶地区	22
第五章 质量检验评定标准	24
第一节 一般规定	24
第二节 分项工程中间检查标准	24
第三节 竣(交)工检验标准	27
附录一 填料与筋带的似摩擦系数现场试验方法	30
附录二 钢件的防锈和隔离处理	31
附录三 筋带拉力试验及聚丙烯土工带偏斜度试验方法	32
附录四 施工质量检查表	34

附录五 本规范用词说明 .....	36
附加说明 .....	37
公路加筋土工程施工技术规范(JTJ 035 - 91)条文说明 .....	39
前言 .....	41
第一章 总则 .....	43
第二章 材料及构件 .....	45
第一节 填料 .....	45
第二节 筋带 .....	46
第三节 混凝土预制构件的材料及面板填缝料 .....	47
第三章 加筋土工程施工 .....	49
第一节 准备工作 .....	49
第二节 基础工程 .....	49
第三节 面板安装 .....	49
第四节 筋带铺设 .....	51
第五节 填料的采集、摊铺、压实 .....	51
第六节 防水、排水和其它工程 .....	55
第四章 特殊土的加筋土工程施工 .....	56
第一节 一般规定 .....	56
第二节 软土及沼泽土 .....	56
第三节 红粘土 .....	58
第四节 膨胀土 .....	59
第五节 黄土 .....	63
第六节 季节性冻土 .....	64
第七节 杂填土及岩溶地区 .....	64
第五章 质量检验评定标准 .....	65
第一节 一般规定 .....	65
第二节 分项工程中间检查标准 .....	65
第三节 竣(交)工检验标准 .....	67
附录一 说明 .....	69
附录二 说明 .....	74

# 第一章 总 则

**第 1.0.1 条** 本规范适用于公路加筋土工程中的挡土墙和梁(板)式桥桥台等的施工。

**第 1.0.2 条** 加筋土工程施工一般应包括:地基处理、基槽(坑)开挖、排水设置、基础砌(浇)筑、构件预制、面板安装、筋带布设、填料摊铺及压实、墙顶封闭、附属构件安装等,并应做好工程质量检查、工程验收等工作。

**第 1.0.3 条** 填料的压实和筋带质量是保证加筋土工程安全的关键。施工时必须根据设计文件,按本规范和有关规程规定进行施工,并加强施工质量检查工作,积极采取相应的技术措施,以保证工程质量。

**第 1.0.4 条** 我国地域辽阔,幅员广大,加筋土工程填料和筋带的选用,应贯彻因地制宜、合理取材的原则。

**第 1.0.5 条** 加筋土工程的墙面板和筋带等的生产,应逐步实现工厂化、标准化。构件拼装宜采用机械化施工。

**第 1.0.6 条** 加筋土工程施工,必须严格执行有关安全操作规程,确保安全生产。

## 第二章 材料及构件

### 第一节 填 料

**第 2.1.1 条** 加筋体的填料可采用天然土、稳定土或工业废渣。

一、天然土宜优先选用砾类土及砂类土,严禁使用白垩土、硅藻土及腐殖质土。采用膨胀土及红粘土必须慎重,在采取可靠措施后方可使用。

二、稳定土指石灰、水泥、石灰粉煤灰和其它无机结合料的稳定土。

三、工业废渣指粉煤灰(粉煤灰土)、炉渣及矿渣等。

上述三类填料的化学和电化学标准除应符合《公路加筋土工程设计规范》(JTJ 015—91)要求外,并应满足下述要求:

1. 不得含有冻块、有机料及生活垃圾。
2. 填料粒径不宜大于填料压实厚度的  $2/3$ ,且最大粒径不得大于 15cm。

**第 2.1.2 条** 加筋体外的填料,当设计文件无明确要求时,应采用交通部现行的《公路路基施工技术规范》(JTJ 033—86)所规定的填料,并按相应施工规则进行施工。

**第 2.1.3 条** 当需核定加筋体填料与筋带的似摩擦系数是否与设计相符时,似摩擦系数可在现场作拉拔试验。试验方法可按本规范附录一的规定进行。

### 第二节 筋 带

**第 2.2.1 条** 筋带可采用:钢带(或钢筋带)、钢筋混凝土带、聚丙烯土工带等。

**第 2.2.2 条** 钢带。采用 3 号扁钢带,其宽度不应小于



30mm,厚度不应小于 3mm,表面可为有肋或无肋,也可用 6mm 圆钢筋焊在钢带上作肋。

**第 2.2.3 条** 钢筋混凝土带混凝土强度等级不宜小于 C18,主筋为 3 号钢,直径不得小于 8mm。钢筋混凝土带的横断面尺寸为  $(6 \sim 10) \times (10 \sim 25)$ cm 的等厚等宽或等厚变宽的断面(如图 2.2.3 所示)。钢筋混凝土带的每节长度,对于等宽断面宜采用 2~3m,对于变宽断面宜采用 1.5~2m。

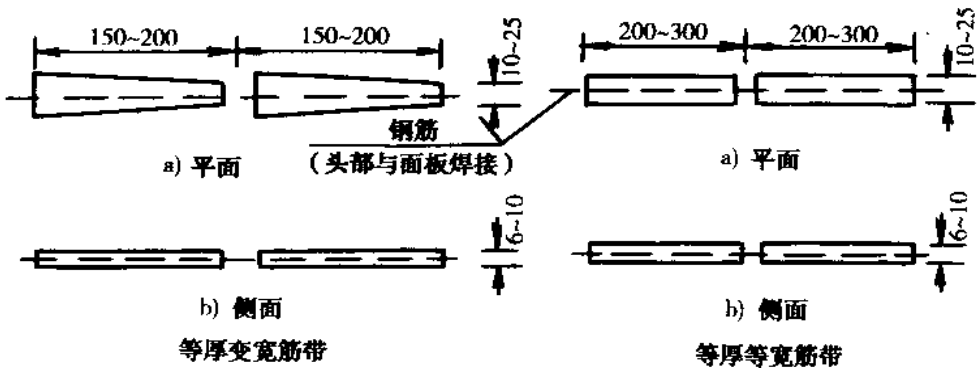


图 2.2.3 钢筋混凝土拉筋 尺寸单位:cm

**第 2.2.4 条** 聚丙烯土工带。应采用专业工厂生产的防老化聚丙烯土工带,表面压纹清晰,色泽均匀,无开裂、损伤、穿孔等缺陷,断面一致。带宽不小于 18mm,带厚不小于 0.8mm,其允许误差:宽为  $\pm 1$ mm,厚为  $\pm 0.1$ mm,在 25℃ 时断裂拉应力不小于 220MPa,断裂伸长率不宜大于 10%。

**第 2.2.5 条** 混凝土面板的拉环及钢带、钢筋混凝土带的外露钢筋表面均须进行防锈处理。拉环与聚丙烯土工带不得直接接触,应予隔离。防锈和隔离的处理方法及要求应按本规范附录二的规定进行。

**第 2.2.6 条** 筋带应有出厂试验报告,否则应做技术指标测定,当不符合设计要求时,应不予验收。当聚丙烯土工带总用量超过 10t 时,虽有出厂试验报告,亦应进行技术指标测定。测定的主要项目为:极限抗拉强度(钢带、钢筋带)、断裂抗拉强度、伸长率及偏斜度(聚丙烯土工带),试验方法应按本规范附录三

规定进行。

### 第三节 混凝土预制构件的材料及面板填缝料

**第 2.3.1 条** 混凝土预制构件所用水泥、水、砂、石料、钢材等材料的质量规格,应符合交通部现行的《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—89)有关规定。

**第 2.3.2 条** 填缝料:

一、沉降缝用沥青木板、沥青甘蔗板、沥青麻絮等填塞。

二、面板间的接缝:

1. 当面板水平接缝处的混凝土局部承压强度满足要求,且填料不流失时,面板可干砌,面板间不用填缝料。

2. 当水平接缝处的混凝土局部承压强度不能满足要求时,可在缝处用低强度砂浆砌筑或用沥青软木板衬垫。为防止填料流失,可在面板与填料间作砂砾反滤层或在板缝内侧设渗滤土工织物。亦可在垂直缝中嵌入聚氨脂泡沫塑料(受海水影响的地方不得使用)。

### 第四节 构 件

**第 2.4.1 条** 加筋土工程的构件包括混凝土墙面板(以下简称面板)、垫梁、搭板、缘石(或帽石)、栏杆及条形基础等的混凝土预制件。

**第 2.4.2 条** 预制构件应表面平整,外光内实,外形轮廓清晰,企口分明,线条顺直,不得有露筋翘曲、掉角、啃边。各部尺寸应符合设计要求。构件混凝土的配合比及混凝土的拌合、浇注、养生均应按交通部现行的《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—89)有关规定执行。当采用机械振捣时,宜采用干硬性或半干硬性混凝土。混凝土强度等级不应低于 C18。


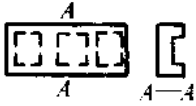


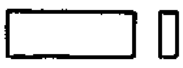

**第 2.4.3 条** 面板的模板宜采用钢模,也可采用木模和其他模板(木模应钉铁皮)。所有模板均要求具有足够的强度、刚度、稳定性和准确性。当面板尺寸较大时,应设置钢筋吊环,以便搬运和

吊装。

**第 2.4.4 条** 常用面板尺寸见表 2.4.4。

常用面板尺寸表 (cm)

表 2.4.4

类 型	简 图	高 度	宽 度	厚 度
十字形		50 ~ 150	50 ~ 150	8 ~ 25
槽 形		30 ~ 75	100 ~ 200	14 ~ 20
六角形		60 ~ 120	70 ~ 180	8 ~ 25
L 形		30 ~ 50	100 ~ 200	8 ~ 12
矩 形		50 ~ 100	100 ~ 200	8 ~ 25
Z 形		30 ~ 75	100 ~ 200	8 ~ 25

注：①L形面板下缘宽度一般采用 20 ~ 25cm；

②槽形面板的底板和翼缘厚度不小于 5cm。

**第 2.4.5 条** 构件检验标准,应符合本规范 5.2.3 条的规定。

## 第三章 加筋土工程施工

### 第一节 准备工作

#### 第 3.1.1 条 一般规定：

一、施工前应熟悉设计文件，做好现场材料核查。

二、根据调查资料、设计文件和工期要求，做出实施性施工组织设计。其内容一般包括施工方法，主要工程数量，开工、完工日期，需要劳力，机械设备，运输车辆，主要材料数量，临时工程和现场布置等。

#### 三、施工测量：

1. 中线测量、恢复原有中线桩，测定加筋土工程的墙面板基线。直线段 20m 设一桩，曲线段 10m 设一桩，尚可根据地形适当加桩，并应设置施工用固定桩。

2. 水平测量、测量中线桩和加筋土工程基础标高，并设置施工水准点。

3. 复测中线桩核对横断面并按需要增补横断面测量。

四、加筋土工程施工，一般可按下列工艺流程框图安排作业，如图 3.1.1 所示。

五、对加筋土工程的施工现场应按交通部现行的《公路路基施工技术规范》(JTJ 033—86)有关规定进行场地清理、整平压实，并应满足构件安装和筋带铺设的要求。

第 3.1.2 条 加筋土工程施工，除按路基施工配备压实机械外，还应选备杵子，振动板，蛙式夯，手扶式振动压路机等小型压实机具，以在面板内侧 1.0m 范围内压实填料。

第 3.1.3 条 为方便施工，可根据需要修建临时房屋、便道，设置电力、电讯，供水系统和必要的安全设施。

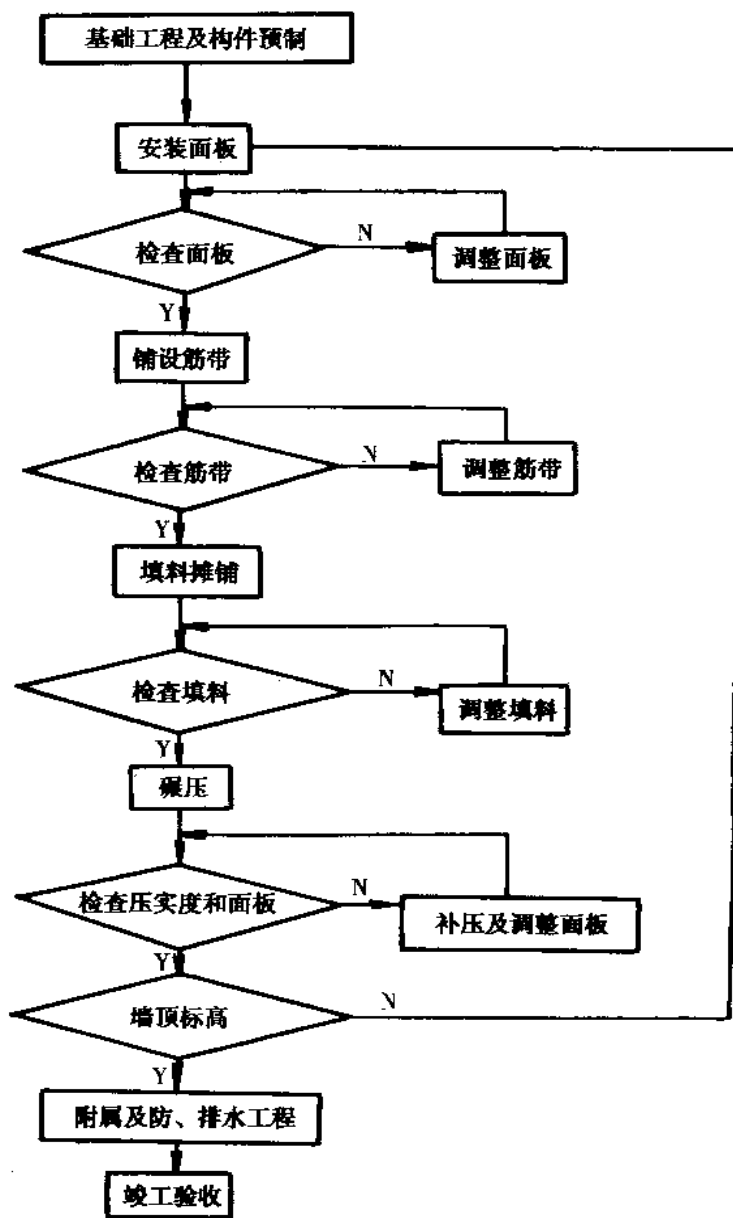


图 3.1.1 加筋土工程施工工艺流程框图

## 第二节 基础工程

**第 3.2.1 条** 基槽(坑)开挖前,应进行详细测量定位并标示出开挖线。

**第 3.2.2 条** 基槽(坑)开挖和处理

一、基槽(坑)应按设计图纸要求开挖到设计标高、槽(坑)底平面尺寸一般大于基础外缘 30cm。

二、基槽(坑)开挖应做好防、排水工作。

三、对未风化的岩石应将岩面凿成水平台阶。台阶宽度不宜小于 0.5m。台阶长度除满足面板安装需要外,高度比不宜大于 1:2。

四、风化岩石应按设计要求处理。

五、基槽(坑)底土质为碎石土、砂性土、粘性土等时,应整平夯实。

六、特殊土地基,按本规范第四章有关规定处理。

**第 3.2.3 条** 在砌筑(浇筑)条形基础之前,基底土质及地层情况须经过检验人员检验,确认符合设计要求后,方可进行下道工序。基底检验项目应按本规范附录四附表 4.1 要求进行。

**第 3.2.4 条** 基础的砌(浇)筑应按交通部现行的《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—89)有关规定进行施工。并严格控制基础顶面标高,砌筑基础可用水泥砂浆找平。

基础砌(浇)筑时,应按设计要求预留沉降缝。

**第 3.2.5 条** 基础质量检验项目,应按本规范附录四附表 4.2 要求进行。

### 第三节 面板安装

**第 3.3.1 条** 混凝土面板的堆放和运输

一、面板可竖向堆放,也可平放,但应防止扣环变形和碰坏翼缘角隅。当面板平放时,其堆积高度不宜超过 5 块,板块间宜用方木衬垫。

二、面板在运输过程中,应轻搬轻放。

**第 3.3.2 条** 挡墙混凝土面板安装

一、第一层面板安装

1. 在清洁的条形基础顶面上,准确画出面板外缘线。曲线部位应加密控制点。

2. 在确定的外缘线上定点, 然后进行水平测量。
3. 十字形、六角形及矩形面板安装时的排列顺序如图 3.3.2-1 所示。

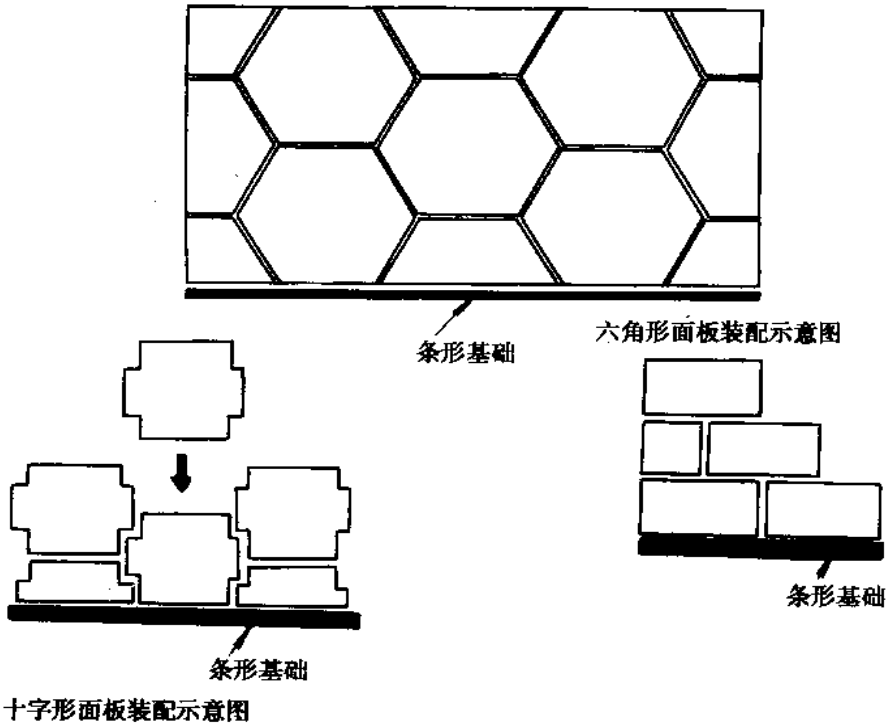


图 3.3.2-1 面板安装示意图

4. 安装时用低强度砂浆砌筑调平, 同层相邻面板水平误差不大于 10mm; 轴线偏差每 20 延米不大于 10mm。
5. 按要求的垂度、坡度挂线安装, 安装缝宜小于 10mm。
6. 安装时应防止角隅碰坏和插销孔破裂及插销变形。
7. 当填料为粘性土时, 宜在面板后不小于 0.5m 范围内回填砂砾材料。
8. 面板安装可用人工或机械吊装就位。安装时单块面板倾斜度, 一般可内倾 1/100 ~ 1/200, 作为填料压实时面板外倾的预留度。

## 二、以后各层面板安装

1. 沿面板纵向每 5m 间距设标桩,每层安装时用垂球或挂线核对,每三层面板安装完毕均应测量标高和轴线,其允许偏移量与第一层相同,如图 3.3.2-2 所示。

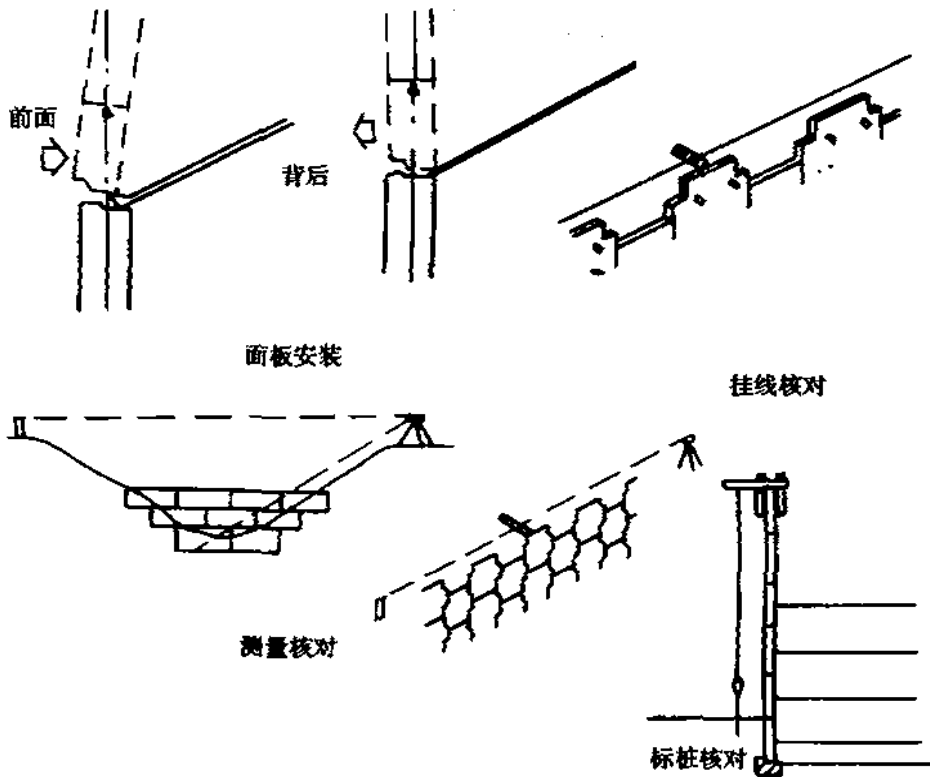


图 3.3.2-2 面板安装检查

2. 为防止相邻面板错位,宜用夹木螺栓或斜撑固定,如图 3.3.2-3 所示。在曲线部位尤应注意安装顺适。水平误差用软(木)条或低强度砂浆调整。水平及倾斜的误差应逐层调整,不得将误差累积后,再行总调整。

3. 安装缝(水平、竖直缝)一般不作处理,当缝宽较大时,按本规范第 2.3.2 条所列填缝料进行填塞。安装缝应均匀、平顺、美观。

4. 不得在未完成填土作业的面板上安装上一层面板。

5. 严禁采用坚硬石子及铁片支垫,以免造成应力集中损坏面板。



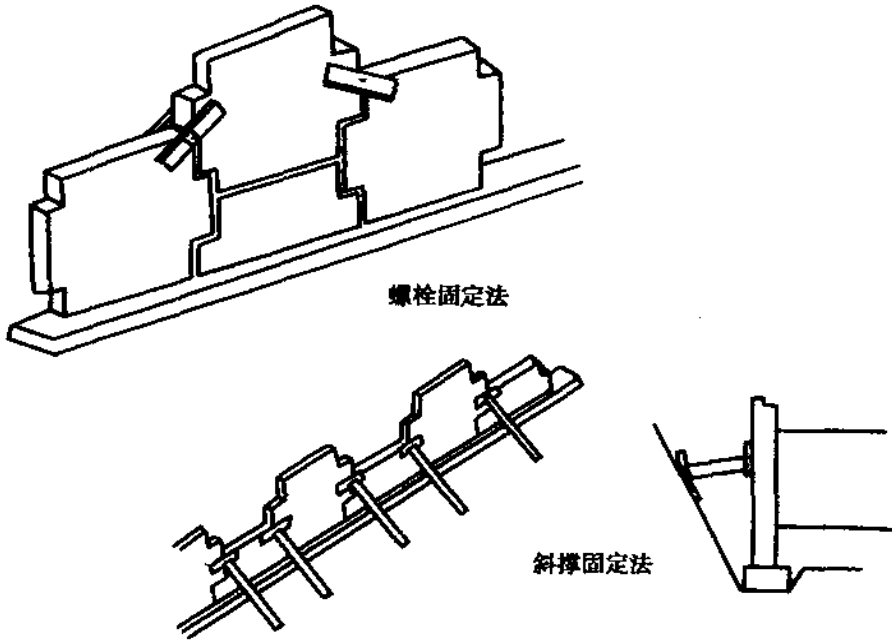


图 3.3.2-3 面板安装固定法

三、设有错台的高加筋土挡墙，上墙面板的底部应按设计要求进行处理，并应及时将错台表面封闭（如浆砌块（片）石、铺砌混凝土预制块等）。

### 第 3.3.3 条 桥台混凝土面板安装

一、在条形基础上准确划出前墙、翼墙面板外缘线。

二、第一层面板安装的规定与第 3.3.2 条相同。

三、处于同一水平层的桥台前墙、翼墙的面板宜同时进行安装，并应防止纵向、横向错位。转角处应采用角隅面板，并不得留有竖直通缝。

第 3.3.4 条 沉降缝一般宽 1~2cm。缝宽一致，上下贯通。采用第 2.3.2 条所列材料填塞。填塞深度不小于 8cm。

第 3.3.5 条 当加筋土挡土墙顶面有纵坡时，可用异型面板，浆砌块（片）石或现浇混凝土等作顶面调整层，见图 3.3.5。

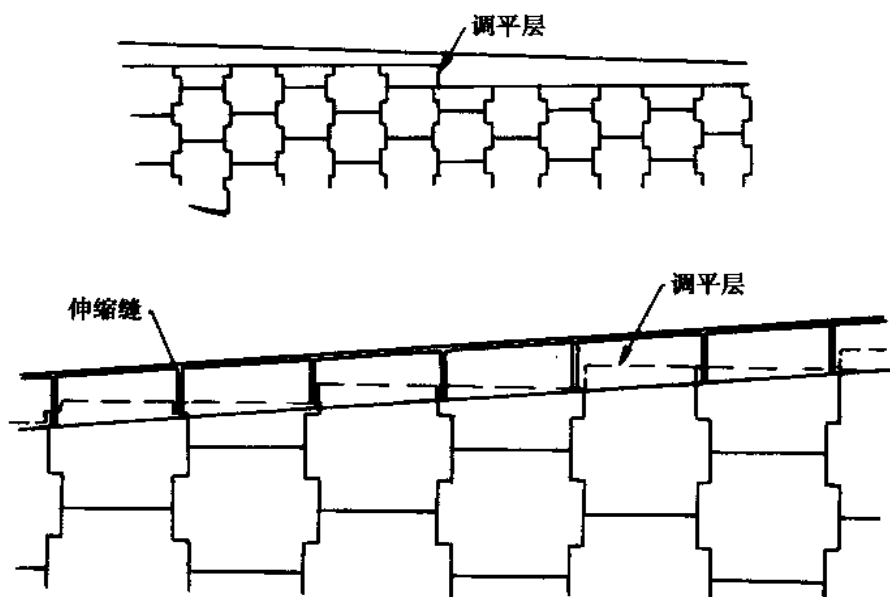


图 3.3.5 纵坡调平图

**第 3.3.6 条** 面板安装质量检验项目,应按本规范附录四附表 4.3 要求进行。

#### 第四节 筋带铺设

**第 3.4.1 条** 筋带的运输、堆放及裁料应符合以下规定:

一、钢筋混凝土带运输时应轻装轻卸。堆放时应平放,上下层应互相垂直,堆放高度一般不宜超过 10 层。钢筋混凝土带应进行表面检查、清理、补修,按各层筋带的设计长度准备相应节数,并调直连结钢筋。

二、钢带应堆放在垫木上,垫木高度离地面不宜小于 20cm。钢带首先进行调直,然后按各层筋带的设计长度裁料,如需接长则应考虑搭接部分所需长度,若采用插销或螺栓连接,还应按设计要求在钢带上冲孔。

三、聚丙烯土工带应堆放在通风遮光室内。聚丙烯土工带的裁料长度一般为 2 倍设计长加上穿孔所需长度。

**第 3.4.2 条** 筋带的连结、铺设和防锈

## 一、钢筋混凝土带

1. 连接。钢筋混凝土带与面板拉环的连接以及每节钢筋混凝土带之间的钢筋连接,可采用焊接,扣环连接或螺栓连接。其焊接方式和焊缝长度应按交通部现行的《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—89)有关规定执行。

2. 铺设。筋带底面的填料应平整、密实。钢筋混凝土带可在压实的填料达到设计标高后,按设计位置挖槽铺设。也可直接铺设于压实的填料上。

3. 防锈。防锈处理应符合本规范第 2.2.5 条的规定。

## 二、钢带

1. 连接。钢带与面板拉环(片)的连接和钢带的接长,可用插销连结,焊接或螺栓连结。焊接方式和焊缝长度应按交通部现行的《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—89)有关规定执行。

2. 铺设。钢带应平顺铺设于已压实整平的填料上,不得弯曲或扭曲。

3. 防锈。防锈处理应符合本规范第 2.2.5 条的规定。

## 三、聚丙烯土工带

1. 连接。聚丙烯土工带与面板的连接,一般可将土工带的一端从面板预埋拉环或预留孔中穿过,折回与另一端对齐,土工带穿孔可采用单孔穿过,上下穿过或左右环孔合并穿过,并绑扎以防止抽动,如图 3.4.2-1 所示,无论那种方法均应避免土工带在环(孔)上绕成死结。

2. 铺设。聚丙烯土工带应成扇形辐射状铺设在压实整平的填料上,不宜重叠,不得卷曲或折曲。

3. 聚丙烯土工带不得与硬质棱角填料直接接触。

4. 固定。聚丙烯土工带在铺设时,可用夹具将筋带拉紧(拉力宜保持一致),再用少量填料压住筋带,使之固定并保持正确位置。

5. 防锈和隔离。防锈和隔离的处理应符合本规范第 2.2.5 条的规定。

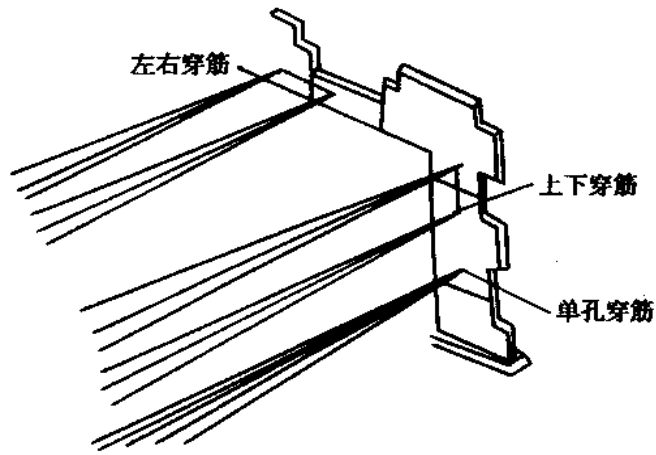


图 3.4.2-1 聚丙烯土工带拉筋穿孔法

四、在拐角处和曲线部位,布筋方向应与墙面垂直,当设有加强筋时,加强筋可与面板斜交,如图 3.4.2-2 所示。

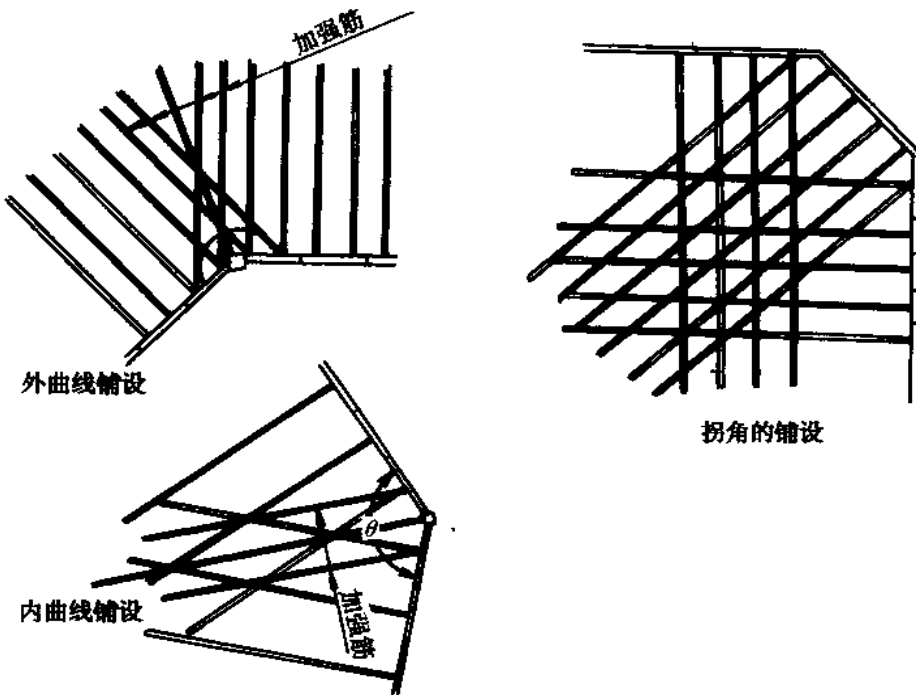


图 3.4.2-2 拐角和曲线部位拉筋的铺设

**第 3.4.3 条** 当组合内置式桥台的布筋与立柱互相干扰时,

筋带可避开立柱铺设。但每块面板筋带的辐射角应对称。当不能对称时,应增加筋带使之受力平衡。

**第 3.4.4 条** 筋带铺设质量检验内容应按本规范附录四附表 4.4 要求进行。

## 第五节 填料的采集、摊铺、压实

**第 3.5.1 条** 填料采集前应按交通部现行的《公路土工试验规程》(JTJ 051)的要求作标准击实试验。

**第 3.5.2 条** 加筋土填料可人工采集或机械采集,采集时应清除表面种植土、草皮和杂物等。

**第 3.5.3 条** 浸水加筋土工程的填料,应选用水稳性好的透水性材料填筑。

**第 3.5.4 条** 加筋土填料应根据筋带竖向间距进行分层摊铺和压实。

一、卸料。卸料时机具与面板距离不应小于 1.5m,机具不得在未覆盖填料的筋带上行驶,并不得扰动下层筋带。

二、摊铺。可用人工摊铺或机械摊铺,摊铺厚度应均匀一致,表面平整,并设不小于 3%横坡。当用机械摊铺时,摊铺机械距面板不应小于 1.5m。摊铺前应设明显标志易于驾驶员观察,机械运行方向应与筋带垂直,并不得在未覆盖填料的筋带上行驶或停车。距面板 1.5m 范围内,应用人工摊铺。钢筋混凝土筋带顶面以上填料,一次摊铺厚度不小于 20cm。

### 第 3.5.5 条 填料压实

#### 一、一般规定:

1. 碾压前应进行压实试验。根据碾压机械和填料性质确定填料分层摊铺厚度、碾压遍数以指导施工。

2. 填料填筑压实时,应随时检查其含水量是否满足压实要求。

3. 每层填料摊铺完毕应及时碾压。用粘性土作填料时,雨季工应采取排水和遮盖措施。

4. 加筋土工程的填料应严格分层碾压。碾压时一般应先轻后重,并不得使用羊足碾。压路机不得在未经压实的填料上急剧改变运行方向和急刹车。

5. 压实作业应先从筋带中部开始,逐步碾压至筋带尾部,再碾压靠近面板部位。

6. 压实机械距面板不得小于 1.0m。

二、加筋土工程面板内侧 1.0m 范围内和桥台转角的填料及压实要求如下:

1. 应按设计规定选用填料并优先选用透水性良好的材料填筑。

2. 用小型压实机械先由墙面板后轻压,再逐步向路线中心压实。严禁使用大、中型压实机械,当碾压困难时,可用人工夯实,以防面板错位。

三、加筋土工程填料压实度应符合表 3.5.5-2 的规定要求。

加筋土工程填料压实度表

表 3.5.5-2

填土范围	路槽底面以下深度 (cm)	压实度(%)	
		二、三、四级公路	高速、一、二级公路
距面板 1.0m 范围以外	0~80	>93	>95
	80 以下	>90	>90
距面板 1.0m 范围以内	全部墙高	≥90	≥90

1. 加筋土工程填料的压实标准:高速公路,一、二级公路按重型击实试验方法求得。三级以下(包括三级)公路按轻型击实试验方法求得。

2. 特别干旱和特别潮湿地区,表内压实度数值可减少 2~3%。

**第 3.5.6 条 检测频度。**距面板 1.0m 范围外,每一压实层每 500m<sup>2</sup> 或 50 延米不少于 3 个测点,距面板 1.0m 范围内,每一压实层每 100 延米不小于 3 个点,若压实段落小于上述规定时仍取 3 个测点。试验方法按交通部现行的《公路土工试验规程》(JTJ 051) 有关规定执行。

**第 3.5.7 条** 填料压实度检查项目,应按本规范附录四附表 4.5 的要求进行。

## 第六节 防水、排水和其它工程

**第 3.6.1 条** 加筋土工程施工现场应先完成场地排水。以保证正常施工。

当加筋土工程区域内出现层间水、裂隙水、涌泉等时,应先修筑排水构造物,再做加筋土工程。

**第 3.6.2 条** 加筋土工程中的反滤层、透水层、隔水层等防排水设施应按设计要求与加筋体施工同步进行。路肩式加筋土挡土墙,路肩部分应进行封闭。

**第 3.6.3 条** 其它工程施工:

一、其它工程的构件、包括垫梁、搭板、檐石、落水管、栏杆、护栏、路缘石等。工程构件在运输过程中应轻装轻放。

二、构件安装(现浇)前,应复测中线、准确放出墙顶基线,测定标高。

三、檐石、缘石、栏杆、扶手的安装,应保证线型顺适,美观,构件无破损。

**第 3.6.4 条** 加筋土桥台垫梁的安装:

一、垫梁不得直接置于筋带上。垫梁下垫层厚度及宽度均不得小于设计尺寸。

二、垫梁可预制或就地浇注。盖梁施工按交通部现行的《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—89)中有关规定执行。

**第 3.6.5 条** 加筋土体完工后应按设计及时修筑护脚。护脚块面宜用块(片)石或混凝土预制块浆砌防护。

**第 3.6.6 条** 其它工程施工质量检验应按交通部现行的《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071)有关规定执行。

**第 3.6.7 条** 冬季或雨季施工的加筋土工程,应按交通部现行的《公路路基施工技术规范》(JTJ 033—86)和《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—89)有关规定执行。

## 第四章 特殊土的加筋土工程施工

### 第一节 一般规定

**第4.1.1条** 本章着重对特殊土作为地基及加筋土工程填料的特殊要求和处理方法作出规定。对于一般的施工方法,可按本规范第三章要求进行。

**第4.1.2条** 本章所列的特殊土包括软土、沼泽土、红粘土、膨胀土、黄土、季节性冻土、杂填土以及岩溶。

### 第二节 软土及沼泽土

**第4.2.1条** 在软土及沼泽土地区修建加筋土工程时,应符合以下要求:

一、严禁用沼泽土作为加筋土填料,软土需经处理后方可作为填料。

二、工程宜安排在有利季节中施工。

三、对软土层不厚的地区,若地基不需处理时,应排出地表水,降低地下水位使基底干燥,并应减少对基底土的扰动。

**第4.2.2条** 处理地基时,视当地情况可选用以下方法:

一、换填砂砾(碎)石垫层。把加筋体底下的部分软土层挖除,抽出坑中积水,然后填以砂(碎)石并分层夯实。分层厚度一般为20cm,砂砾填料的含泥量不得大于5%,填料最大直径以5cm为宜。换填厚度及宽度应满足设计要求,垫层顶面宽度宜宽出基础或加筋体1.0m。

二、挤密桩

1. 砂桩、石灰桩。用振动或冲击机具将套管打至设计标高,将砂或生石灰灌入孔中,然后提升套管并振动或冲击填料使其密



实成桩。桩身不得有缩颈或断颈,成孔直径一般为 20~40cm,中心间距为 3~5 倍桩径。桩的平面布置及桩长应满足设计要求。

石灰桩填料应为生石灰,石灰等级宜在 III 级以上。灰块最大尺寸应小于 1/3 孔径。距地面 1.0m 左右用粘土或石灰混合料填入封顶。上部构造物宜在石灰桩成形后进行施工。

砂桩填料应采用中、粗砂、含泥量不大于 5%。灌砂应密实,灌砂率不应小于 90%。

2. 碎石桩。以振冲器成孔,待孔深达设计标高时,将 5cm 左右直径的碎石填入,然后缓慢提升振冲器并同时碎石振密。如成桩直径不够,可进行二次振冲,以达到设计直径。

无论采用砂桩,石灰桩或碎石桩均应在基础外缘打 1~2 排桩。挤密桩的打桩顺序宜先外后里。

三、挤淤法。当软土或沼泽土不厚时,可采用挤淤法。将大于 30cm 的石料从路线中部向两侧堆码,使软土或沼泽土向两侧挤出,然后用重型压路机压实,上面填反滤层后再做基础,并以一般土回填。

四、土工织物。将土工织物平铺在垫有不小于 15cm 厚砂层的地基上或将土工织物直接平铺在软基上,再回填一定厚度的砂砾层,然后回填一般土并分层压实。土工织物应伸出加筋体以外一定距离(由设计确定)并卷压固定。土工织物宜采用宽幅,幅与幅之间的搭接宽度不小于 20cm。

### 第三节 红 粘 土

**第 4.3.1 条** 红粘土作为天然地基时,不应破坏其结构。

**第 4.3.2 条** 石芽密布的红粘性土地区的地基,应视石芽间土的状态按下述方法处理:

一、石芽间土处于硬塑或坚硬状态时,地基不需处理。

二、石芽间土层较薄,可挖除土层换填碎石或土夹石夯实,当土层较厚时可凿去部分岩石做垫层。

**第 4.3.3 条** 用红粘土作为填料时,填料的含水量应控制在

该土质的稠度  $W$  为 1.0 ~ 1.4 的范围内(重型击实试验法取最大值),不宜选用稠度小于 0.9 的上做填料。并应进行最佳干密度试验或按下式计算。

$$\gamma_{\text{dop}} = S_r \cdot G \cdot \gamma_w / (S_r + w \cdot G)$$

式中:  $S_r$ ——饱和度,用重型击实试验法时为 95%,用轻型击实试验法时为 90%;

$G$ ——土比重;

$\gamma_w$ ——水的容重( $\text{kN}/\text{m}^3$ );

$w$ ——控制压实土的含水量。可根据选用的稠度决定,即

$w = w_L - w_C I_P$ ,  $w_L$  为土的液限,  $I_P$  为塑性指数。

**第 4.3.4 条** 填土宜随挖随填,碾压时,土的稠度应控制在 1.0 以上,当按轻型击实标准填料压实度不小于 98%。严禁遇雨碾压。

**第 4.3.5 条** 为防止反复碾压次数过多,形成弹簧土,应采用该土质能承受的最重机具进行碾压。遇雨时,施工现场宜作遮盖。

#### 第四节 膨 胀 土

**第 4.4.1 条** 膨胀土地区的加筋土工程,不得在雨季施工。施工前后必须做好防、排水工程。在开挖基坑后应保持地基土的天然水份和结构,并应及时修筑基础。

**第 4.4.2 条** 填料可视当地土质采用弱膨胀性土或换填普通粘性土,砂性土。

**第 4.4.3 条** 当采用弱膨胀性土填筑时,其要求与一般施工方法相同。

**第 4.4.4 条** 当采用中等膨胀性土为填料时,填料应在轻型击实试验方法求得的最佳含水量下进行碾压。并应采用沥青砂或土工织物等对填土底进行全封闭或将填土全封闭。

一、采用现场喷洒热沥青或乳化沥青,喷洒后应立即加铺砂

土覆盖并压实,或直接铺筑拌制的沥青砂,其厚度为2~3cm。

二、用土工织物封闭时,应摊铺平整、搭接牢靠。

三、在加筋体周围做砂石隔离层。

**第4.4.5条** 当采用中等膨胀性土为填料时,可掺加石灰、水泥以改善其性能,用量由材料组成设计和配合比确定。

一、石灰稳定土的用灰量一般为6%~10%。

二、石灰—水泥稳定土,先用石灰与土拌和,焖放一昼夜后,再加入水泥拌和。石灰与水泥质量比一般为2:1~3:1。

三、采用上述方法时,应将土块粉碎,清除杂质。加掺石灰或水泥后,应拌和均匀,在最佳含水量的情况下,摊铺平整并压实。

## 第五节 黄 土

**第4.5.1条** 黄土地区修建加筋土工程,地基无不良地质和无地下水活动时,可作一般的表面夯实、整平、不作特殊处理。当地基需作处理时,可视地基土的湿陷等级,需要处理的深度以及施工技术条件等,选用以下方法:

一、灰土或就地黄土垫层。将湿陷性黄土层挖至设计的深度,然后将3:7灰土或挖出的黄土分层回填压实。

二、灰土桩或黄土桩。以先周边后中间的顺序用打桩、钻(挖)孔或爆破成孔,每打好一孔后即用灰土或黄土填入孔内捣实成柱。

三、重锤夯实法。应事先进行夯实试验,以确定锤重、落高、夯打方案,夯打后地基的总沉降量,最后一遍夯打后的下沉量等以指导施工。

**第4.5.2条** 加筋土工程范围内的黄土陷穴及墓穴必须处理。在加筋体外20m范围内的陷穴一般也需处理。可用砂、粘土砂浆、石灰及水泥砂浆灌实,或采用明挖回填的方法。当采用明挖回填时,应先夯实坑底土后再分层填土压实。施工时应防止地表水流入坑内。

**第 4.5.3 条** 应切实做好排水工程,迅速将地表水引离处理好的陷穴和加筋体之外,以防止陷穴再生或新生陷穴。

**第 4.5.4 条** 用黄土作为加筋土工程的填料时,压实要求与一般施工相同。

## 第六节 季节性冻土

**第 4.6.1 条** 季节性冻土地区的加筋土工程在冬季施工时,若基底标高位于季节性融化层以下,则应尽量缩短基底暴露时间或采取保温措施以免冻层加深。

**第 4.6.2 条** 加筋土面板基础埋深应符合设计要求,若基础埋深小于冻结线时,由基底至冻结线范围内的土应换填非冻胀性的中砂、粗砂、砾石等粗粒料,其中粉、粘土粒含量不应大于 15%,并应分层压实。

**第 4.6.3 条** 当加筋土挡土墙可能受到冻胀力的影响时,可采取下列措施:

一、将面板基础内侧或外侧填以中砂、粗砂或炉渣等非冻胀性材料。

二、基础侧面做成光滑的表面或用沥青等涂面。

**第 4.6.4 条** 在地下水位较高的地方,加筋体底面以下应用透水性大的粗粒料作隔离层,层底应高出地下水面上 0.5m。

**第 4.6.5 条** 以粘性土作为填料时,应在面板后不小于 0.5m 范围内用粗粒料填筑夯实,以减小冰冻季节墙面后填土水分向墙面附近积聚。

## 第七节 杂填土和岩溶地区

**第 4.7.1 条** 杂填土地基

一、加筋土挡土墙修建在建筑垃圾或性能稳定的工业废渣以及开山抛石,风化石屑的地基上时,当地基密实度和均匀性差,可用一般地基处理方法或选用重锤夯实法、强夯法、振动压实法等进行处理。

二、对有机质含量较多的生活垃圾或对基础有浸蚀性的工业废渣组成的地基,应将其持力层范围内的填料挖出并回填好土压实后,才能作为地基的持力层。

#### **第 4.7.2 条 岩溶地区**

一、对地基稳定性有影响的干溶洞,当洞体较小时,宜采用嵌塞或回填夯实;对较大洞口、暗河,消水洞当溶洞顶板厚度小于洞跨较多或岩层较破碎时,可采用跨越的梁、板、拱等结构;如溶洞顶板较完整,其厚度接近或大于洞跨时,可不作处理。

二、由地下水作用形成的土体塌陷及土洞,应挖除软土用粗粒料回填夯实,视具体情况也可采用跨越结构、桩基础等。

三、对地表水作用形成的塌陷及土洞,应采用挖填或灌浆处理。对地表水应采用导流或防渗等措施。

## 第五章 质量检验评定标准

### 第一节 一般规定

**第 5.1.1 条** 质量检验项目及标准,适用于中间检查和竣(交)工验收。

**第 5.1.2 条** 加筋土工程施工,应加强工程质量管理,建立健全质量监理、工程检测及工序间交接验收等项制度。应做到原始记录及分项工程质量验收检查报告等资料齐全,数据真实可靠。

**第 5.1.3 条** 各工序完成后,均应进行质量检查验收,并提供实测记录资料。经验收检查合格后方可进行下一工序施工。凡不合格者必须进行补救或返工,使其达到要求。

**第 5.1.4 条** 加筋土工程属于路基工程中的分部工程。分项工程的评分计算方法应按照交通部现行的《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071)有关规定执行。

### 第二节 分项工程中间检查标准

#### 第 5.2.1 条 基底工程

一、基础圬工施工前必须对天然或人工加固地基进行检查,并应符合设计要求。

二、基底实测项目见表 5.2.1。

表 5.2.1

项次	检查项目	规定值或允许偏差值	检查方法及频度	规定分
1	轴线偏位(mm)	30	沿轴线量 2 点	30
2	基底标高(mm)	±30	用水准仪测 3 点	50
3	断面尺寸(mm)	符合 3.2.2 条	量 2 处	20

注:以 20m 为检查单位,小于 20m 仍以 20m 计。

### 第 5.2.2 条 基础工程

一、基础工程施工应符合本规范第三章第二节规定。

二、面板基础工程实测项目见表 5.2.2。

表 5.2.2

项次	检查项目	规定值或允许偏差值	检查方法及频度	规定分
1	圬工强度(MPa)	在合格标准之内	按《公路工程质量检验评定标准》	35
2	断面尺寸(mm)	不小于设计	量测 3 处	15
3	基顶标高(mm)	±20	用水平仪测 3 点	20
4	轴线偏位(mm)	25	沿轴线量 2 处	15
5	基顶平整度(mm)	10	用 2m 直尺量测 3 处	15

注:以 20m 为检查单位,小于 20m 仍以 20m 计。

### 第 5.2.3 条 混凝土面板预制

一、混凝土面板预制应符合本规范第 2.4.2 条规定。

二、混凝土面板表面必须平整密实,轮廓清晰,线条顺直,企口规则整齐,不得有破损和露筋,蜂窝、麻面面积之和不得超过面板面积的 1%。

三、面板预制实测项目见表 5.2.3。

### 第 5.2.4 条 面板安装

一、面板安装应符合本规范第三章第三节有关规定。

二、面板安装实测项目见表 5.2.4。

### 第 5.2.5 条 填料压实

一、填料压实应符合本规范第三章第五节有关规定。

二、填料压实度合格率见表 5.2.5。

### 第 5.2.6 条 筋带施工

一、筋带施工应符合本规范第三章第四节有关规定。

二、筋带施工实测项目见表 5.2.6。

### 第 5.2.7 条 防水排水工程

表 5.2.3

项次	检查项目	规定值或允许偏差值	检查方法及频度	规定分
1	强度(N/mm)	在合格标准内	按现行《公路工程质量检验评定标准》执行	35
2	边长(mm)	$\pm 5$ 或 0.5%边长	各量一次	10
3	两对角线差(mm)	10 或 0.7%最大对角线长	两对角线各量一次	15
4	厚度(mm)	+5, -3	量两处	10
5	表面平整度(mm)	4 或 0.3%长(宽)	板长宽方向各靠量一次	10
6	插销孔中心位置(mm)	3	每孔量一次	5
7	拉环或穿筋孔(片)	无明显偏位易穿筋	目测	5
8	外观	符合 5.2.3 条二款之规定	目测、量测	10

- 注: 1. 面板几何尺寸检查均按混凝土浇注数量随机抽查 10%;  
 2. 无 6 项次时,可按该项次规定分计为得分;  
 3. 本表 2.3.5 项次中有两个允许偏差值时,应取绝对值小者。

表 5.2.4

项次	检查项目	规定值或允许偏差值	检查方法及频度	规定分
1	每层面板顶高差(mm)	$\pm 10$	抽查 4 组板	30
2	轴线偏位(mm)	$\pm 10$	挂线量 3 处	40
3	面板垂度或坡度	+0, -0.5%	吊线量 2 处	30

- 注: 1. 以 20m 为检查单位,小于 20m 仍按 20m 计;  
 2. 面板安装以同层相邻两板为一组。

表 5.2.5

项目	检查项目	合格率规定值	检查方法及频度	规定分
1	距面板 1m 范围以内	70%	每层 100 延米取 3 点作工地试验,小于 100 延米时取 3 点。	20
2	距面板 1m 范围以外	97%	每层 500m <sup>2</sup> 或每 50 延米取 3 点作工地试验。	80

- 注: 不合格测点的最低压实度,不得低于要求压实度减去 3 个百分点,此时可获规定满分,否则不予计分。



表 5.2.6

项次	检查项目	规定值	检查方法及频度	规定分
1	筋带长度(断面)	不小于设计值	检查 5 根(束)	20
2	筋带根数	不少于设计值	检查 5 根(束)	20
3	筋带与面板连接	符合设计	检查 5 处	20
4	筋带与筋带连接	符合设计	检查 5 处	15
5	筋带铺设	符合设计	检查 5 处	10
6	钢件防锈处理	符合本规范附录二规定	检查 10 处	15

注: 1. 每层以 20m 为检查单位, 小于 20m 仍按 20m 计;

2. 本表 1, 2 项次中, 聚丙烯土工带按束检查, 钢带, 混凝土带按根检查;

3. 无 4, 6 项次时, 可按该项次规定分计。

一、防水排水工程齐全、沟底平整、不渗漏、线条直顺、曲线圆滑、排水畅通。

二、实测项目见表 5.2.7。

表 5.2.7

项次	检查项目	规定值或允许偏差值	检查方法及频度	规定分
1	沟底标高(mm)	$\pm 50$	水准仪每 50m 测 3 点	30
2	断面尺寸(mm)	30	每 50m 量 2 处	40
3	圪工外观质量	符合设计	目测	30

### 第 5.2.8 条 其它工程

砌石及混凝土工程, 安全设施, 路缘石(板)及散水圪工, 加筋体的特殊加固或桥台垫梁及搭板构造物等, 均应符合设计要求, 质量标准应按交通部现行的《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071) 有关项目执行。

## 第三节 竣(交)工检验标准

第 5.3.1 条 加筋土工程竣(交)工验收时, 应按交通部现行

的《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071—85)的规定提交全部竣(交)工文件。

### 第 5.3.2 条 外观鉴定

一、总体外观。墙面板光洁无破损、平顺美观、板缝均匀,线形顺适、沉降缝上下贯通顺直。附属及防水排水工程齐全,取弃土位置合理。

二、加筋土工程外观实测标准见表 5.3.2。

表 5.3.2

项次	检查项目	规定值或允许偏差值	检查方法及频度	规定分	
1	墙顶高程	路堤式(mm)	$\pm 50$	水准仪测 3 点	15
		路肩式(mm)	$\pm 50$	水准仪测 3 点	
		桥台(mm)	$\pm 20$	每一直面不少于 2 点	
2	墙顶平面位置	路堤式(mm)	+50, -100	丈量 3 处	20
		路肩式(mm)	$\pm 50$	丈量 3 处	
		桥台(mm)	$\pm 50$	每一直面不少于 2 处	
3	墙面垂度或坡度(mm)	+0.005H 及 50 -0.01H 及 100	垂线吊测 2 处	20	
4	面板缝宽(mm)	10	不少于 5 条竖缝	10	
5	墙面平整度(mm)	15	2m 直尺测 3 处	20	
6	总体外观	符合第 5.3.2 条一款之规定	目测	15	

注:1. 桥台顶面高程指前墙不少于 2 点,翼墙各不少于 1 点。桥台平面位置为每一墙面为一检测单位;

2. 平面位置及垂度“+”为外,“-”为内;

3. 以 20m 为检查单位,小于 20m 仍按 20m 计;

4. 本表 3 项次中内外侧各有两个允许偏差值时,应取绝对值小者。

第 5.3.3 条 加筋土工程验收,按交通部现行的《公路工程竣(交)工验收办法》执行。分项工程检查和竣(交)工检验项目检查

合格(指未列入实测项目表中的要求)且各实测项目表的评定分达到 70 分以上者,方可进行该加筋土工程的质量总体评价。

**第 5.3.4 条** 加筋土工程质量的总体评价,以总分 100 分计。其中分项工程占 70 分(面板预制 7 分,面板安装 8 分,基底 5 分,基础 5 分,筋带施工 15 分,填料压实度合格率 20 分,排水 5 分。其它附属工程 5 分),竣(交)工验收外观鉴定占 30 分。

**第 5.3.5 条** 加筋土工程质量评定时总分未达到 70 分者为不合格工程,当总分达到 70 分以上者为合格工程,达到 85 分以上者为优良工程。

## 附录一 填料与筋带的似摩擦系数 现场试验方法

现场进行拉拔试验前,将筋带埋入填料中,埋入长度不大于2m,每填高2~3m拉拔一组,每层拉拔不少于3根。拉拔时用油压千斤顶或手拉葫芦(倒链)加载,用测力计测定筋带的拉力,百分表观测筋带位移。每一级加载应测出相应水平拉力及拉出的位移值,直到测出最大拉拔力  $T_i$  (达到最大拉拔力时筋带位移剧增,拉拔力下降)。每一级加载量应根据筋带类型按附表 1.1 确定。

各种筋带拉拔试验加载量 附表 1.1

筋带名称 每一级加载量	钢 带	聚丙烯土工带	钢筋混凝土带
MPa	35	10	35

一、钢带、聚丙烯土工带的似摩擦系数计算公式为:

$$f_i = T_i / (2 \cdot b \cdot l \cdot \gamma \cdot h)$$

式中:  $f_i$ ——每根筋带的似摩擦系数;

$T_i$ ——最大拉拔力(kN);

$b$ ——筋带宽度(m);

$l$ ——筋带长度(m);

$\gamma$ ——填料容重(kN/m<sup>3</sup>);

$h$ ——填料高度即筋带埋深(m)。

二、采用的似摩擦系数  $f$  按下式计算:

$$f = \bar{f} - t_\alpha (s / \sqrt{n})$$

式中： $\bar{f}$ ——同层全部筋带似摩擦系数的算术平均值；

$s$ ——标准差(即均方差)；

$n$ ——筋带数量；

$t_\alpha$ ——随自由度和保证率(或置信度  $\alpha$ )而变的系数,对汽车专用公路取保证率 95%,对其它道路可取保证率 90%。

$t_\alpha$  按要求的保证率  $\alpha$  和自由度  $n$  由附表 1.2 中查得。

$t_\alpha$  分布表(部分)

附表 1.2

$n$	$t_\alpha$		$n$	$t_\alpha$	
	0.90	0.95		0.90	0.95
4	1.5332	2.1318	10	1.3722	1.8125
5	1.4759	2.0150	11	1.3634	1.7959
6	1.4398	1.9432	12	1.3562	1.7823
7	1.4149	1.8946	13	1.3502	1.7709
8	1.3968	1.8595	14	1.3450	1.7613
9	1.3830	1.8331	15	1.3406	1.7531

在资料分析中,应根据误差分析的概念,按 3 倍标准差作为舍弃标准,舍弃那些在  $7 \pm 3s$  范围以内的测定值,进行一定的补充试验,然后重新计算整理。

## 附录二 钢件的防锈和隔离处理

### 一、钢件的防锈

凡是钢带、钢筋混凝土带的外露钢筋以及混凝土面板的钢拉环和螺栓等处所有外露钢件均应作防锈处理,其处理方法及要求如下:

1. 钢带镀锌。钢带严格除锈后,一般用浸渍法镀上一层金属,其纯度不小于 98.5%,最小厚度为  $45\mu\text{m}$ ,成为镀锌钢带。由专

业工厂加工。

2. 涂刷防锈漆。一般采用环氧焦油,应先除去外露钢件表面的铁锈,然后均匀涂刷一层环氧焦油,待其干燥后再涂刷第二遍环氧焦油,一般涂刷 2~3 遍,待其充分干燥后方可进行下道工序。

3. 裹缠三油二布。即用 A-60~A-140 的石油沥青加热至 140℃,充分脱水后,立即用水排刷均匀涂刷在外露钢件表面上,趁热用布条、麻丝、麻袋片或玻璃纤维等将钢件紧密缠绕一层,然后再在布条上涂刷第二层热沥青,应注意使沥青浸透并涂满布条,按此法共刷沥青三次,缠布两次,将钢件严密保护起来。此法效果优于防锈漆。

4. 覆盖沥青砂。即用 A-100~A-200 的石油沥青,加热至 120°~140℃充分脱水后,按沥青用量的 8%~10% 与中细砂料拌匀成为沥青砂,趁热覆盖在外露钢件四周并拍实。此方法不宜单独使用,一般适用于空间狭窄不便于裹缠三油二布的地方(如钢拉环处),此处理方法与其它防锈方法配合使用,可加强防锈效果。

5. 涂塑。涂敷聚氨基甲酸树脂和防蚀胶布,应在连接处先用聚氨基甲酸树脂在外涂敷三次,用防蚀胶布缠绕层即可防锈。(聚氨基甲酸树脂由基剂和硬化剂按 9:1 配比而成,涂敷后约 15min 左右就可硬化)。

二、拉环与聚丙烯土工带的隔离,可利用拉环上的三油二布、涂塑防锈层或用橡胶等衬垫物。

## 附录三 筋带拉力试验及聚丙烯 土工带偏斜度试验方法

### 一、筋带的拉力试验

筋带的拉力试验在拉力试验机上进行(拉力试验机应满足相应的技术标准)筋带的批量、取样数量、试验温度、标距、拉伸速度规定于附表 3。

附表 3

筋带名称	批量数	试样数	试验温度 ℃	标距 $L$ cm	拉伸时应力增加速度	
					屈服前	屈服后
聚丙烯土工带	5	> 5	$25 \pm 2$	10	$100 \pm 10 \text{mm/min}$	
钢带	20	3	$20 \pm 10$	$5.65 \sqrt{F_0}$ 或 $11.3 \sqrt{F_0}$	$\text{kN/mm}^2/\text{s}$	$0.5L/\text{min}$
钢筋混凝土带	20	3	$20 \pm 10$	$5d_0$ 或 $10d_0$	$\text{kN/mm}^2/\text{s}$	$0.5L/\text{min}$

注：1. 钢筋混凝土带的批量以主筋数量计， $d_0$  为主筋直径；

2.  $F_0$  为筋带初始断面面积；

3. 根据《公路工程金属试验规程》(JTJ 055—83)，对伸长率较小 (< 5%) 的线材，可采用标距  $L = 11.3 \sqrt{F_0}$

试验时，将试样固定在试验机夹具内（聚丙烯土工带须在  $25^\circ\text{C}$  温度下放置 4h 后，在拉伸专用夹具上测试），按拉伸速度连续施荷直至拉断，读取试样在断裂时的最大荷载  $P_b$  (kN)，即可求得筋带的断裂强度  $\delta_p$  和伸长率  $\delta$

筋带的断裂抗拉强度按下式计算

$$\delta_p = P_b / F_0 (\text{kN/mm}^2)$$

式中： $F$ ——筋带初始断面面积 ( $\text{mm}^2$ )。

该批量筋带的断裂抗拉强度按下式计算：

$$\sigma = \bar{\sigma}_p - t_\alpha (s / \sqrt{n})$$

式中： $\bar{\sigma}_p$ ——全部筋带断裂抗拉强度的算术平均值，其余符号同附录一。计算方法，舍弃标准亦同附录一。

筋带的伸长率按下式计算

$$\delta_i = (L_1 - L_0) / L_0 \times 100\%$$

$L_1$  为拉断后标距部份的长度。

该批量筋带的伸长率为全部筋带伸长率的算术平均值，即  $\delta = \Sigma \delta_i / n$ 。

## 二、聚丙烯土工带偏斜度试验

取样:每批筋带中随机取样五卷,在每卷末端除去 3m 的地方裁样带 3m,每组平行试样不少于五个。

偏斜度测定:固定样带一端,自由平放,并用透明有机玻璃板压平,用直尺测量 1m 样带偏斜水平方向的最大差距(毫米)即为每个样带的偏斜度,计算五个样带偏斜度的算术平均值,有效数字取两位。偏斜度应不大于 20mm/m。

尚若偏斜度不合格,应加倍抽样复检,仍不合格者不得使用。

## 附录四 施工质量检查表

加筋土工程基底检查表

附表 4.1

施工单位:\_\_\_\_\_ 路线名称:\_\_\_\_\_ 中心桩号:\_\_\_\_\_

基础类型:\_\_\_\_\_ 基槽(坑)宽度:\_\_\_\_\_ 基槽(坑)长度:\_\_\_\_\_

年 月 日

序 号	基槽(坑)底平面		基底标高		基 底 土 质	水 文 情 况	地基处 理方法	备 注
	设 计	实 际	设 计	实 际				
1								
2								
3								
4								
5								
6								

技术负责人:

施工员:

检查员:

注:基槽指面板下的基础,基坑指加筋土布筋区。



### 条形基础检查表

附表 4.2

施工单位

年 月 日

工 程 名 称	允 许 值	偏 差 值
基础轴线偏差		
基础材料使用合格否		
基底设计标高		基底实际标高

技术负责人：

施工员：

检查员：

### 面板安装检查表

附表 4.3

施工单位

年 月 日

工程名称	检 查 单 位	偏 差 值
面板破损	1/100(块)	
轴线偏差	1/20(m)	
墙顶标高	(mm)	
垂度或坡度	%	
板缝宽和最大宽度	(mm)	
相邻面板高差	(mm)	

技术负责人：

施工员：

检查员：

### 筋带铺设检查表

附表 4.4

施工单位

年 月 日

工 程 名 称	评 定 意 见
筋带铺设根数	
筋带铺设长度(断面)	
连接方式及可靠程度	
筋带防锈和隔离	

技术负责人：

施工员：

检查员：

填料压实度检查表

附表 4.5

施工单位

年 月 日

加筋 序号	每层填 土厚度 (压实厚)	检 测 日 期	测 定 点 数	填料压实度(最大干密度 $g/cm^3$ )					
				> 93%		93 ~ 90%		< 90%	
				数量	%	数量	%	数量	%
合 计									

技术负责人:

施工员:

检查员:

## 附录五 本规范用词说明

执行本规范条文时,对要求严格程度的用词做如下规定,以便执行时区别对待:

1. 表示很严格,非这样作不可的用词:  
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作的用词:  
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,首先应这样做的用词:  
正面词采用“宜”或“可”;  
反面词采用“不宜”。

附加说明

## 本规范主编单位、参加单位和编写人员名单

主编单位：陕西省交通厅

参加单位：陕西省公路局

东南大学

山西省公路局

陕西省公路勘察设计院

编制人员：熊秋水 李克浪

尹 永 彭传直

罗敦忠 姚代录

杨新利

**公路加筋土工程施工技术规范**  
**(JTJ 035—91)**

**条文说明**

陕西省交通厅

## 前 言

在土中埋置一定数量筋条加固土体的方法,我国民间早已广泛应用。如采用枝条、柴草加固河岸填筑路堤,就是加筋土技术的早期应用。

法国工程师亨利·维达尔(Henri Vidal)于1963年,首先提出加筋土的设计理论,并成功地修建了第一座现代化的加筋土挡土墙。不久,法、英、美、苏和日本等国先后制定了加筋土工程的规范、条例或技术指南。

70年代末,加筋土新技术在我国开始应用,最早是1979年云南省田坝矿区贮煤场修建的加筋土挡土墙。从1982年6月在武汉召开我国第一次“加筋土学术研究会”,1983年7月在太原召开我国第一次“全国公路加筋土技术经验交流会”,到1989年止先后召开了五次全国性会议,广泛地交流了试验研究成果和设计施工经验,对加筋土技术的发展起到了促进作用。

截至1989年底,我国已有30个省、市、自治区在各个工程领域建成加筋土工程三百余座,其中公路占85%,铁路占6%,林区、矿区道路占3%,其它占6%。目前最高的是陕西“故邑”加筋土挡土墙(高35.5m),最长的是重庆沿长江滨江公路驳岸墙(长5km)。加筋土挡土墙的结构形式有单面墙、双面墙和台阶墙等,它已广泛用于路基、桥梁、驳岸、码头、贮煤仓、槽道、堆料场等。

加筋土技术的优越性主要体现在以下几个方面:

1. 少占土地,对我国人多地少具有重大的社会经济意义。
2. 可因地制宜,就地取材。
3. 施工简便,面板和其它构件均可预制,除需配备压实机械外,施工时一般不需要配备其它机械,易于掌握。

4. 造型美观,面板可根据需要采用各种图案设计,配合环境实现路、景、物美化协调。

5. 投资省,加筋土面板薄,基础尺寸小,与重力式挡土墙相比可节省圬工数量 95% ~ 97%,造价可降低 20% ~ 60%,且墙越高经济效益越佳。

6. 适应性好,加筋土属柔性结构,可以承受较大的地基变形。其稳定性好,是一种好的抗震结构。

为使用本规范时,能正确理解和执行条文规定,编制组根据国家计委关于编制标准、规范条文说明的统一要求,按《公路加筋土工程施工技术规范》(JTJ 035—91)的章、节、条顺序,编制《公路加筋土工程施工技术规范条文说明》,供国内各有关部门和单位参考。在使用中如发现条文说明有欠妥之处,请将意见直接函寄陕西省交通厅。

# 第一章 总 则

**第 1.0.1 条** 从七十年末期开始十余年,在我国公路工程中,应用加筋土技术已建成各种加筋土挡土墙 166 座,加筋土驳岸墙 54 座,加筋土桥台 16 座,实践已充分证明加筋土在公路上的各式支挡结构中的应用是完全成功的,并且具有极其明显的社会效益。本规范正是在这些施工实践的基础上,总结提高编制而成的,虽然加筋土技术的应用范围很广,但目前我国在其它方面的实践还不多,资料数据缺乏,因此,在本条文中指出了本规范的适用范围,即适用于公路加筋土工程中的挡土墙、梁(板)式桥桥台等的施工。

**第 1.0.3 条** 加筋土是由筋带与填料成层交替铺设并紧密压实而成的一种复合材料。它不同于其它加固土的一个重要特征是,土体的加固和内部的稳定性是通过筋带与填料之间的摩阻作用来体现的,因此,填料的压实和筋带的质量是保证加筋土工程安全使用的关键。本条文着重强调了这两个关键因素和应遵循的技术保障手段以引起施工单位的高度重视。

**第 1.0.4 条** 加筋土工程填料和筋带的选用是关系到加筋土工程的安全使用和降低成本取得良好经济效益的重要条件,全国各地在这方面作了大量的试验研究和应用,取得了很大的成功。

填料:国外一般规定为粗粒土作填料,而我国已扩大了填料的选用范围,据统计我国各地采用黄土作填料修建的加筋土挡土墙有 73 座,以红粘土为填料修建的加筋土挡土墙有 16 座(其中用膨胀土作填料的有 9 座),以粉煤灰为填料修建的加筋土挡土墙有 3 座,以建筑垃圾为填料修建的加筋土挡土墙有 5 座,用风化页岩作填料的有 4 座,以天然砂砾作填料的有 30 座,所以填料的选择范

围是很广的。

筋带：国外一般都使用镀锌钢、铝合金钢、不锈钢、涂塑钢等。而我国却大量采用了聚丙烯土工带、以及钢筋混凝土带和土工织物等作筋带。其中用聚丙烯土工带作筋带修建的加筋土工程最多共有 233 座，占总数的 76%，以土工织物作筋带也修建了 3 座，所以筋带的选用范围也是很广的。但是在选择筋带时首先应采用抗拉强度大，变形小，不易脆断，蠕变小，抗老化，与填料的摩阻力大，使用年限长的材料。因此，在加筋土工程填料和筋带上，应贯彻因地制宜，合理取材的原则，积极而慎重地采用新材料和新工艺，继续开展科学试验，积累资料，逐步完善具有我国特色的加筋土技术。

**第 1.0.5 条** 加筋土结构组成中的墙面板、筋带和其它构件，国外都设有专业公司和厂家，全部采用工厂化生产，以商品出售。而且产品的规格尺寸都标准化规范化。施工单位购买商品运至现场采用机械化拼装，使用劳力少，工效高，速度快，降低了劳动强度，给施工带来极大的方便，内在质量和外观也大大提高。而我国目前构件尚未作出统一的标准设计，墙面板和其它构件全都在施工现场预制，且多采用钢模、木模或木模钉铁皮进行预制，构件质量，尺寸规格很难达到标准，拼装时也多用手工操作，费时费力，且影响外观质量。因此规范中提出“墙面板和筋带等的生产应逐步实现工厂化、标准化”。



## 第二章 材料及构件

### 第一节 填 料

**第 2.1.1 条** 加筋体的填料在国外均采用砾类土或砂类土,并对粒径范围作出规定。我国经过近年探索和实践,已获得较大突破,除冻结土、沼泽土、生活垃圾、白垩土、硅藻土外均可用作填料。由于砾类土和砂类土力学性能稳定,受含水量影响甚小,故条文中写入“宜优先选用”。

膨胀土及红粘土,因受水影响而力学性能不稳定,施工难度大,故条文中写入“必须慎重,在采取可靠措施后方可使用”。

粉煤灰土,在细粒土中掺入不等量粉煤灰以改善土的力学性能,且易于施工。陕西省自 1985 年开始,已进行多次试验。试验表明当粉煤灰掺量少时,施工碾压容易。当粉煤灰与土各一半时,自稳性和成型均好。用纯粉煤灰作填料时也可满足力学指标要求,但采用一般压实机械碾压,难以达到压实标准,故宜采用振动压路机碾压,并防止粉煤灰从面板缝中流失。

填料粒径,因国外所用的面板高度一般为 1.5m,筋带竖向间距大,且筋带大多为钢带。故法国、日本等国家的“规范”、“指南”中规定填料粒径不得超过 25cm。我国面板小者居多,高度为 30cm 的槽形板占有相当大的比例,筋带竖向间距小,且筋带尚有钢筋混凝土带,如填土粒径大,在碾压时易压坏混凝土故在条文中写入“填料粒径不宜大于填料压实厚度的  $\frac{2}{3}$ ,且最大粒径不得大于 15cm”。

**第 2.1.3 条** 加筋土工程材料设计安全储备较大,对一般加筋土挡土墙可按设计指定料场取料填筑。但当建设单位或设计单位认为需要检查设计是否合理,复核施工所用填料是否符合设计要求时,应对填料与筋带的似摩擦系数  $f$  及填料的内摩擦角进行

测定。

## 第二节 筋 带

**第 2.2.1 条** 常用筋带除条文所列四种外,国外尚有钢筋带,即筋带采用一般的圆钢筋( $\phi = 12\text{mm}$  以上),将若干根钢筋端部固定于一根扁钢的孔眼内(用墩头法或螺栓法),在钢筋中部点焊几根平行于扁钢的附筋,有如格栅以加强整体性和增大与土的摩阻力。扁钢及附筋长度一般为 2~3m,施工安装时将格栅端部扁钢放在上、下面板间的凹槽中作为锚头,施工简便。

**第 2.2.2 条** 有肋钢带与土的摩阻力大于无肋钢带,它可以减短筋带锚固长度,减少筋带用量。目前有肋钢带在国内尚无生产厂家,是今后待开拓的钢带品种。国外有肋钢带如图 2.2.2 所示。

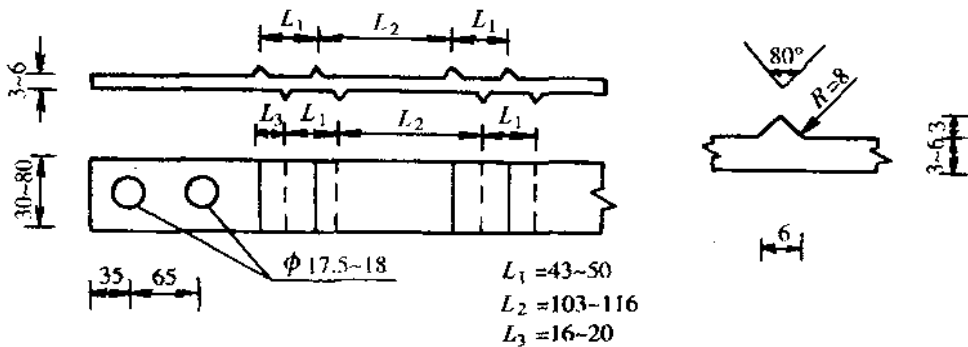


图 2.2.2 有肋钢带构造图(单位:cm)

在日本规范中为无肋钢带,其标准宽为 100mm、120mm,厚度为 3.2mm、4.5mm,长度为 8m。

**第 2.2.3 条** 钢筋混凝土带是我国设计生产的一种筋带,它适应我国国情,经济效益也较显著。混凝土表面粗糙,又分为若干段具有抗拉强度大,与填土摩阻力大的优点。它可以设计为各种形状的截面,尤以等厚变宽形状为好。

**第 2.2.4 条** 聚丙烯土工带是国内公路加筋土工工程用作筋带最多的一种。它具有较高抗拉强度、良好的耐弯曲疲劳性,而且价

格低,重量轻,易于贮存和运输。但市场上供应的聚丙烯打包带延伸率大,强度低,抗紫外线、抗老化差。为减少其延伸率和防老化,目前专业工厂的聚丙烯带加入了氧化钛、碳黑及其它矿粉,使之达到工程用的技术标准,故以“聚丙烯土工带”为其专用名词。为了保证筋带的质量,条文中规定“应采用专业工厂生产的防老化聚丙烯土工带”。

**第 2.2.5 条** 钢筋混凝土带外露的钢筋、钢拉环、螺栓等部件,长期埋于土中,产生锈蚀,影响有效断面和使用寿命。除设计中考虑锈蚀量外,在施工中防锈处理尤为重要,必须认真对待。

防锈处理中除镀锌法、涂塑法在专业工厂进行外,其余均为现场处理。无论何种防锈处理,均应对钢材预先除锈。

当聚丙烯土工带绕在面板钢拉环之前,拉环宜采用三油二布、橡胶包裹或涂塑等,保护拉环并使土工带与拉环隔离,避免聚丙烯土工带与钢环的铁离子直接接触,以减少土工带的老化和溶解。

### 第三节 混凝土预制构件的材料及面板填缝料

**第 2.3.2 条** 软木板、渗滤土工织物和聚氨脂泡沫塑料条为国外常用的填缝料。

1. 软木板。其是由环氧树脂粘合成的膨胀软木颗粒制成。在法国规范中规定为:干密度  $250\text{kg}/\text{m}^3$ , 压缩 50% 厚度时的压力为  $0.5 \sim 2\text{MPa}$ , 其复原率  $> 90\%$ , 厚度 20mm, 宽度:当面板厚 180、200、260mm 时分别为 60、80、100mm。

2. 渗滤土工织物。其为采用针刺冲压法制造的无纺不织型土工织物,具有良好的渗透性。在日本规范中用厚 4mm, 宽 420mm 的聚丙烯土工织物,贴于板缝的内侧。

3. 聚氨脂泡沫塑料条。聚氨酯(PU)系聚氨基甲酸酯(polyurethane)的简称。凡是高分子主链上含有许多重复的  $\text{—NH—C—O—}$  基团的高分子化合物,通称为聚氨酯,其中以含



有羟基的聚醚作为多元醇,缩聚生成的聚氨酯称为聚醚型聚氨酯(polyether)简称聚醚;含有羟基的饱和聚酯作为多元醇缩聚生成的聚氨酯称为聚酯型聚氨酯(polyester),简称聚酯。聚氨酯具有高强度、高伸长、高回弹、耐磨、耐油、耐老化、耐低温及绝缘性能好的特点。聚氨酯泡沫塑料分软质、半硬质和硬质3种。软质的主要为线性结构,具有热塑性,其产品之一是日常生活使用的泡沫塑料垫;硬质的主要为网状结构,无热塑性,多用作保温材料;半硬质的则介于二者之间,即在主链之间具有较长的线型链段,稍有热塑性,仅可变软,但不能溶解。软质和半硬质的聚氨酯泡沫塑料,用作面板垂直缝填料。(但受海水影响的部位不得使用)。在法国规范中定为 $50 \times 50\text{mm}$ 截面的聚酯泡沫塑料条,美国规范中定为 $40 \times 40\text{mm}$ 截面的聚醚泡沫塑料条。

## 第三章 加筋土工程施工

### 第一节 准备工作

**第 3.1.2 条** 填料的压实度是保证加筋土工程安全使用的关键,人工夯实是难于达到要求的,故本条规定应配备压实机械。对近墙面 1.0m 范围内压实,机械的选择,主要考虑到既满足规定压实度的要求,又不至于将面板挤出。因此规定以小型机械为主,配合人工压实。

### 第二节 基础工程

**第 3.2.2 条** 条形基础的地基处理,对未风化岩石,基础可做成台阶形,其高宽比不宜大于 1:2,台宽度不宜小于 0.5m,是保证墙体稳定的措施。该值取自交通部现行的《公路路基施工技术规范》(JTJ 033—86)。

### 第三节 面板安装

#### **第 3.3.2 条** 挡墙混凝土面板安装

##### 一、第一层面板安装

1. 放线。加筋土工程面板安装,第一层是控制全墙基线是否符合设计的关键,其面板外缘线,应用经纬仪测量控制。放线应准确,并校核测量误差。

5. 面板安装允许偏移量。条文规定同层相邻面板水平误差不大于 10mm,轴线偏差 20 延米不大于 10mm,是为了保证墙面水平缝平顺一致的基本要求。

7. 当填料为粘性土时,由于其透水性较差,故宜在面板背后不小于 0.5m 范围内回填砂砾材料。这样既便于压实,又利排水。

8. 面板砌筑安装时, 板块组装可设内倾预留度  $1/100 \sim 1/200$ , 用于压实后面板在侧向压力下的变形值。从调查 97 座加筋土工程来看, 其中 87 座工程面板安装时, 采用此值, 经施工压实后, 面板预留倾斜可以消除。当内侧地基软弱时, 可能产生内倾, 但根据调查材料, 内倾情况较少, 鉴于资料不足, 故未列入。

## 二、以后各层面板安装

1. 规范中图 3.3.2.2 安装校核方法, 条文仅规定用垂球核对, 图中方法还有经纬仪测量核对、挂线核对、测量直尺直接量测, 方法尚多。砌筑时, 除每层校核外, 规定每三层砌筑完备需进行一次全面核对, 调平和调整轴线的偏移, 防止误差累积在顶层处理时面板发生较大的挤出和不规则, 以及变位和不平顺。

2. 相邻面板安装时, 为防止错位, 第一层用斜撑固定, 以后各层用夹木螺栓固定, 以减少安装时板块之间的相互错位, 国外规定这是必须执行的操作规程, 国内也有采用这种工艺进行施工的, 其效果都较好。因此, 条文规定, 宜用夹木螺栓或斜撑进行施工。

3. 国内加筋土工程混凝土面板间的安装缝绝大部分采用干砌, 面板间无填缝料, 填料不流失, 这在上下板的承压面积较大时, 是可行的; 有的工程在水平缝用低强度砂浆砌筑, 垂直缝仍为干缝, 这在上下面板承压面积小, 板轻, 填料不流失, 但加筋土体有少量水渗出时, 也是较好的作法; 有的在水平缝铺浆, 并对所有缝预勾缝, 这种作法在上下板承压面积较小, 板轻, 加筋土体干燥, 不渗水时也是可行的。以上这些作法, 各有其针对性, 适合我国国情, 各地可参照本地情况选用。

但对面板尺寸大、质量大(如大型十字形板、六角形板), 应在水平缝间垫以具有一定强度的衬垫, 否则混凝土局部受压, 造成面板角隅破碎、断裂, 国内工程中已常有发生。当加筋土体中有水渗出时, 应予疏导。为了防止填料流失, 在面板与填料间用砂砾反滤层或渗滤土工织物。在垂直缝中亦可嵌入聚氨酯泡沫塑料, 这对板缝设有凹槽的十字形、六角形面板最为适宜。

4. 在未完成填土的面板上部安装面板, 除容易损坏面板插销

孔外,对板块翼缘也易造成破损,同时也不安全。

5. 根据调查材料,部分加筋土挡土墙面板破损,其原因都是由于砌筑安装时,采用小石子支垫固定就位引起的,其中有的板块安装后大面积损坏,都由此产生,更换又较困难。故条文规定严格禁止用小石子、铁片局部支垫。

三、对设有错台的高加筋土挡土墙,当砌筑上墙基础时,应及时对平台进行封闭处理。封闭可以采用灰土,沥青砂,也可用浆砌块(片)石,铺砌混凝土预制块,或用防水土工织物封闭,但土工织物封闭应设防光辐射的屏蔽保护层。

#### 第四节 筋带铺设

##### 第 3.4.1 条

三、聚丙烯土工带应防日光曝晒。据上海光机所对聚丙烯土工带测定,聚丙烯直接遭受紫外线辐射和埋于土中两者相比,埋于土中不受辐射影响的强度损失小,为直接辐射损失的十五万分之一以下,故条文规定土工带应堆放在通风遮光的室内。

##### 第 3.4.2 条 筋带应在已经压实并整平的填料上水平铺设。

三、聚丙烯土工带在拉环或预留孔上绕成死结,往往使聚丙烯材料超过其抗弯折强度,影响筋带的使用寿命,绑扎时应绑紧防止松动,筋带松动,填土碾压时,往往因压路机推移造成筋带的扭曲和面板挤出内倾变位。

#### 第五节 填料的采集、摊铺、压实

第 3.5.1 条 填料采集场确定后,应按设计文件规定要求的标准击实方法,确定填料的 $\rho_{dmax}$ 和最佳含水量,作为压实过程压实度控制的标准。当料场变化时,应按新料场填料做标准击实试验。

第 3.5.3 条 浸水加筋土路堤的施工,其在施工方法上与一般加筋土挡土墙施工没有多大差别。所不同的仅是浸水加筋土路堤只能采用水稳性好的天然级配砂砾填筑。为防止较细颗粒砂从

面板縫隙中流失,面板应做成企口,在背后还需设置滤层,滤层可用渗滤土工织物或其它可滤水的材料制作。其厚度约 20~30cm,设计一般都有明确确定。

当地基水稳性好时,施工压实可采用水密法较方便,但水冲时,水头应均匀冲击,防止在一个部位集中冲击,形成冲击坑洼,或将筋带冲出变位。当地基水稳性较差时,则用振动压路机进行振压。对于松散材料,静压一般效果较差。

### 第 3.5.4 条

一、卸料机械作业时,国外规定机械距面板为 1.5m~2.0m,是为防止施工机械在卸料时,撞动已安装好的面板。填筑时,距面板 1.0m 范围内先不予回填,只填筑 1.0m 范围以外的填料并将其压实,在铺筑上层筋带之前,再回填预留部分,并用人工或小型压实机具压实后再铺设上层筋带。如此逐层预留,逐层摊铺压实,循环作业。卸料及机械运行作业如图 3.5.4 所示。

二、钢筋混凝土带顶面填料一次摊铺厚度不得小于 20cm。其目的是防止机械作业时,机械直接撞动(或碾压)已铺设好的钢筋混凝土带、导致钢筋混凝土带变形、断裂。因此,条文规定,在筋带顶面上一次摊铺厚度不小于 20cm 的保护层。摊铺时,机械严禁在钢筋混凝土带上行驶、停车,而应采取由机械将填料向前逐步推进摊铺的方法作业,这样既不会压坏筋带又能保证一次摊铺不小于 20cm 的填料厚度。

### 第 3.5.5 条 填料压实

#### 一、一般规定:

1. 压实试验,根据工地现有机械设备、填料性质、击实试验标准方法确定的最大干密度,最佳含水量和要求压实度,采用不同填料厚度,机械组合和碾压程序,确定最经济的碾压遍数。

3. 填料每层摊铺后应及时碾压,如用粘性土作填料雨季施工时,应做好排水和遮盖,是为防止填料摊铺后,由于不及时碾压而改变填料的含水量以致不易压实或无法压实而提出的。根据调查资料,遮盖材料采用塑料薄膜,在塑料薄膜搭接处用填料压着,防



止风吹翻倒可收到很好效果。

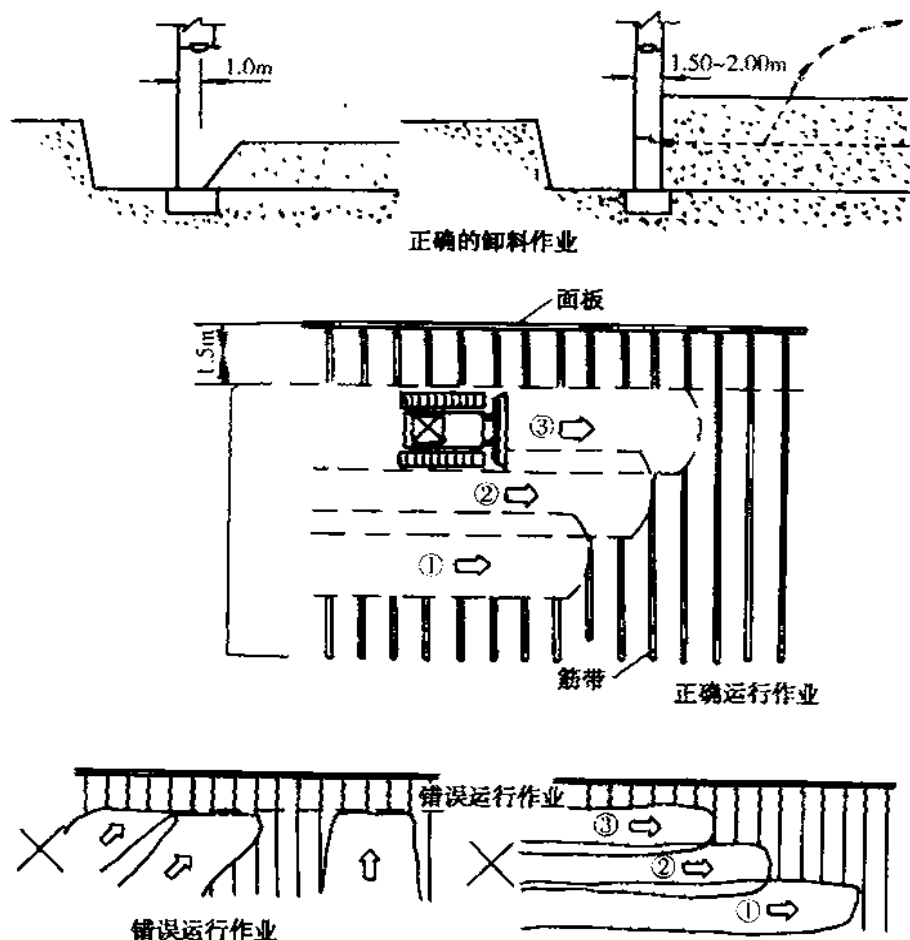


图 3.5.4 卸料及机械运行作业图

4. 羊足碾压,易对筋带造成损伤,国外规定筋带为钢片时不得使用羊足碾,防止凸轮对钢片的损伤。考虑到我国筋带品种较多,羊足碾对钢筋混凝土带的损伤比对钢片的损伤更为严重,加之凸轮也可能造成对聚丙烯土工带的损伤和变形,因此本条文亦采用这一规定。

5. 禁止碾压机械在筋带埋设区急剧改变方向和急刹车,是为了避免筋带拉动变位和产生的超量变形。影响已铺筋带的正确位置和正常使用,如图 3.5.5。

6. 压实机械距面板不得小于 1.0m 的规定,仅限制大中型压

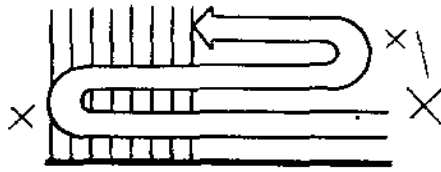


图 3.5.5 错误运行作业图

实机械。距面板 1.0m 以内的部位由小型压实机械(5t 以下)完成其压实工序。压实机械距离面板的距离国外一般规定为 1.5m。由于我国面板尺寸比国外标准板偏小,填土压实时,对面板的影响距离也相应小些,因此条文规定不得小于 1.0m。

二、加筋土工程填料压实度应符合表 3.5.5-2 规定要求。

加筋土工程填料压实度表

表 3.5.5-2

填 土 范 围	路槽底面以下深度 (cm)	压 实 度 %	
		二、三、四 级公路	高速、一 二级公路
距面板 1.0m 范围以外	0 ~ 80	> 93	> 95
	80 以下	> 90	> 90
距面板 1.0m 范围以内	全部墙高	≥ 90	≥ 90

表列注 2. 特殊干燥地区系指年降雨量不足 100mm,而且地下水源稀少的地区。特殊潮湿地区系指年降雨天数在 180d 以上,年降雨量在 2000mm 以上,或土的天然含水量超过最佳值 5% 以上,而又无法晾晒的地区。

表列压实度规定值距面板 1.0m 范围以外,与交通部现行的《公路工程技术标准》(JTJ 01)规定一致。而距面板 1.0m 范围以内,其在路槽底面以下 0 ~ 80cm 深度内的规定值随公路等级不同分别降低 3% 和 5%,在路槽底面 80cm 以下并没有降低。主要考虑下面几个因素和加强措施:

1. 面板在碾压施工过程中产生的不规则变位较难掌握,在距

面板 1.0m 范围以内深度如采用不同的压实度,可能导致在路槽底面以下 0~80cm 深度的板块变位大于在路槽底面 80cm 以下的板块变位,造成外倾,且由于加筋土挡土墙是柔性结构,填料压实度规定不同,可能形成墙面向外变形不等,故均取压实度为大于或等于 90%。

2. 在距面板 1.0m 范围以内,因大多采用 5t 以下小型压实机械碾压和人工夯实。小型机械和人工施工很难达到重型击实试验方法求得的最大干密度 93% 的要求。

3. 筋带和填料组成的复合结构物,对土基起了加强作用。

4. 因距离 1.0m 范围内属路肩部分,故本条规定虽降低了路槽底面以下 0~80cm 深度的规定值,亦不会影响路面的使用。

5. 若填土难以达到表列规定压实度时,应用稳定土,工业废渣或水稳性较好的砂砾回填压实,以保证工程质量。

**第 3.5.6 条 检测频度。**为了保证加筋土工程施工质量,在 1.0m 范围以外,每一压实层每 50 延米或 500m<sup>2</sup>,测点数不小于 3 个点。在面板内侧 1.0m 范围以内,规定 100 延米或小于 100 延米长时,检测频度不小于 3 个测点,这些频度均大于交通部现行的《公路路基施工技术规范》(JTJ 033—86),因此,加强了工程压实施工质量的控制。

## 第六节 防水、排水和其它工程

**第 3.6.6 条** 加筋土挡土墙、桥台和加筋土的基础埋置较浅,易于被冲蚀或外露,除按设计施工外,应及时作好排水和修筑护脚。

## 第四章 特殊土的加筋土工程施工

### 第一节 一般规定

**第 4.1.2 条** 该条说明本章特殊土的范围。由于加筋土工程在有些特殊土地区还未实践过,如盐渍土等地区,不便列入规范。

### 第二节 软土及沼泽土

**第 4.2.1 条** 软土及沼泽土不仅强度低而且沉降大,沉降的延续时间长,这些因素均影响了建筑物使用。针对这些情况,对软土地基可采取消除有害部分沉降,同时增加地基承载力的措施。处理软土地基的方法很多,本节所列的为公路工程中一般处理地基的方法,其中也有近十年发展起来而行之有效的新方法。在具体选用方法时,应根据软土地质条件进行技术经济比较后选用,并通过现场试验,取得有关技术数据后再用于实际施工中。

垫层法。适合于软土层不厚(一般为 1~3m),也适用于虽然软土层较厚但具有较高承载力和处理后的地基残余变形在构筑物允许变形以内的情况。垫层法施工简单,也较经济。

挤密桩法(砂桩、石灰桩、碎石桩)。砂桩挤密法,适用于松软土层较厚的情况,加固深度可达 20 多米。但用砂处理饱和软粘土地基与砂井相比效果较差。石灰桩,加固软土地基是利用生石灰吸水后体积膨胀,达到挤密土的目的,加固深度一般为 4~5m,施工工艺尚需进一步改进。打好石灰桩后,由于石灰吸水膨胀、发热、桩身成型需要一定的时间,经验表明,石灰桩处理地基的承载能力一般在 4 周左右才能较充分发挥出来,所以进行静载试验或修建建筑物,宜在石灰桩成型后进行。碎石桩,是利用碎石填充加

以振动力使其桩周的松软土挤密。这是一种较好的加固松软土地基的方法,尤其对于松的砂性土地基效果最好。根据使用经验,碎石桩在软土承载力小于 20kPa 时不宜采用,这是因为碎石桩的承载力大小与桩周土的密实度有关,桩周土的抗力小,必然导致复合地基承载力的增加有限。例如镇江公交公司周家河停车场,于 1981 年在岸坡上建造了 6m 高的重力式挡墙,在 1988 年 2 月 23 日地基失稳而倒塌,后改建为加筋土挡土墙,地基用碎石桩处理,效果很好。

土工织物法。这是一种新的处理地基的方法,在公路路基方面,沪宁路、宁溧路等均采用过,效果较好。尤其在军用公路上能达到快速筑路,快速通车的目的。用土工织物处理地基后,可以改善地基的强度和变形。例如:在陕西西包线 144k + 500m 处,在路基滑坡体上修建一座 40m 长,高 4.6m 的加筋土挡土墙,地基用土工织物及灰土垫层加以处理,对防止路基沉降变形起到了良好的作用。用土工织物处理软基在施工时,先在软基上填一定厚度的砂层,然后在其上铺土工织物,亦可直接将土工织物铺于地基上再填砂土。一般说来,前者方法较好,可较好发挥土工织物性能的作用,因此,应视具体情况确定施工方法。

土工织物,主要是聚丙烯、聚酯、聚乙烯等聚合物制成的。根据加工制造不同,有以下几种:

一、编织型土工织物。编织法为传统的织造方式,它是由合成纤维丝织成,特点是孔径均匀,沿经向或纬向的强度大,但斜交方向强度低,拉断的延伸率较低。

二、编结型土工织物。它是由合成纤维以单股线环状连接(如鱼网)制成。特点是在各个方向拉伸时,可以使纤维本身受到比较均匀的拉应力。

三、无纺不织型土工织物(亦称非编织型土工织物、无织布或不织布)。织物中的纤维呈不规则排列,为国外和我国的主要使用产品。无纺不织型土工织物按制造工艺不同,一般分三种:①化学粘结法;②纺粘法;③针刺冲压加固法。(目前我国以针刺法居

多)。

### 第三节 红 粘 土

本节主要是对红粘土的处理方法以及压实等问题作了说明和规定。红粘土的天然含水量、液限以及塑性指数均较高,强度也较大的土,故有别于普通粘性土。

**第 4.3.2 条** 红粘土属于残积土类型。由于各处岩石的风化程度不一致,因此,在红粘土层中可能出现石芽,在岩石风化严重或风化较深的地方也易于积水,软化土质。因而在岩土相间的地方会出现软硬不匀,变形不一的情况,需对地基加以处理。当石芽间的土处于硬塑或坚硬状态时,强度较高,变形小,在这种情况下地基可不作处理。当土处于其它状态时,石芽间的土强度相对较低,会出现较大的不均匀下沉,必须加以处理,原则是减小它们之间的不均匀变形,故可采用挖除土或做褥垫层的方法。

**第 4.3.3、4.3.4 条** 用红粘土作为路堤填料或作为加筋土挡土墙的填料时,按照一般的压实标准和碾压方法往往费工费时,甚至还达不到要求,因在多雨湿润的气候条件下,难以使红粘土的含水量达到一般最佳含水量值。根据贵州省公路局工程公司修加筋土挡土墙的情况,他们对不同含水量的土进行压实,然后浸水让其膨胀,考虑到压实和膨胀两指标对工程的影响,提出了最佳含水量的区间在 31% ~ 43% 之间,杨世基“高含水量残积粘性土路基的压实”一文中对马达加斯加 2 号公路以及贵州的红粘土的压实性能进行了研究,他提出对这类土应以强度值来控制路基的压实质量。从他的多次试验中认为用通常的最佳含水量方法,以轻型或重型的单一压实标准均难以控制压实,故提出在轻型至重型压实功的范围内土的稠度应为 1.0 ~ 1.4,用这种稠度下土的最大干密度来控制压实,能较好地反映路堤土的强度和稳定性,因这时土的饱和度为 95% 左右,强度值最大,膨胀率小,能保证路基使用要求。因此,对这类土不宜单纯追求它的密实度。

用杨世基的方法反过来校核一下贵州省公路局公路工程公司

的方法是否有一致性。从“用很高液限红粘土修建加筋土挡墙机理初探”一文中了解到,贵州贵黄公路红粘土的天然含水量为44%~55%, $\omega_c = 70.6\%$ ,塑性指数为33.5。这种土的稠度范围为0.79到0.46之间,该文提出的最佳含水量为31%~43%之间,即稠度为1.18到0.82之间。可见公路工程公司提出的低限含水量是在杨世基提出的稠度范围之内,而另一稠度值0.82偏小一些,即含水量偏高一些,可见用杨世基提出的方法是可行的,比贵州公路工程公司提出的偏于安全。由于目前在这方面的资料还不多,故采用了杨世基的建议值。考虑到现场施工条件在保证质量的前提下,对最佳干密度应有一个控制幅度,要求路基压实度为 $1.02 > K > 0.98$ 。

**第4.3.5条** 高含水量红粘土的碾压特性与一般粘性土不同,一般粘性土碾压遍数对密实度的增加较为明显,压到6~8遍干密度才基本稳定,而对高含水量的红粘土来说,只要选择压实机具恰当,压3~4遍就可达到最大干密度值。另外,当功能相同时,用重型锤夯实的土强度高,而轻型击实不仅需要击实次数多,而且土的结构因反复揉搓而破坏,土的结构强度丧失,反而降低了土的整体强度。所以规定了宜采用以土能承受的最重压实机具施工。

#### 第四节 膨 胀 土

**第4.4.1条** 膨胀土是以蒙脱石、伊利石等粘土矿物为主要成分的高分散性的粘性土。它不同于普通粘性土的是遇水膨胀量很大,失水收缩量也较大。如何判别膨胀土以及膨胀土的分类标准,至今仍有争议。中国建筑科学研究院提出“液限 $> 40\%$ ;自由膨胀率 $F_{ex} > 40\%$ ;裂隙发育,一般呈硬塑或坚硬状态的土可判别为膨胀土”。地基处理手册(1988)认为自由膨胀率大于80%为较强膨胀性土;自由膨胀率 $< 40\%$ 时为非膨胀性土。铁道部第二勘测设计院地质处对襄渝铁路安康膨胀土研究(1981)一文中,对膨胀土分类原则较为复杂,考虑了土的物理性指标分类和化学性指

标分类,他们认为这种方法的正判率均在 90% 以上。铁路路基裂土(包括膨胀土)工程技术暂行规定(试行)(1980),认为液限  $w_L > 40\%$ ,自由膨胀率  $F_s > 30\%$  时为膨胀土。广西大学土木系力学教研室在膨胀土筑坝情况的调查(1983)一文中谈到,按最大体缩率来划分膨胀等级, $e_{sm} = 8\% \sim 16\%$  时为弱膨胀土; $e_{sm} = 16\% \sim 23\%$  为中等膨胀性土; $e_{sm} = 23\% \sim 30\%$  为强膨胀性土。国家建委建筑科学研究院及冶金部长沙勘察公司共同拟定的“膨胀土地区建筑技术规定”(初稿)(1978),规定以膨胀总率来划分膨胀土等级,膨胀总率按下式计算。

$$e_{ps} = e_{p0.5} + C_{s1}(w - w_m)$$

式中:  $e_{p0.5}$ ——压力为 50kPa 时的膨胀率(%);

$C_{s1}$ ——土的收缩系数;

$w$ ——土的天然含水量(%);

$w_m$ ——地基土在收缩过程中,含水量的下限值(%)。

如式中  $w - w_m$  大于 8%,按 8% 考虑,小于零时,按零考虑。膨胀土的胀缩性划分如下:

$e_{ps} > 4\%$	强胀缩性土
$4\% \geq e_{ps} > 2\%$	中等胀缩性土
$2\% \geq e_{ps} > 0.7\%$	弱胀缩性土

按胀缩总率将膨胀土分为上述三类后,再结合场地工程、水文地质条件的复杂程度,对地基土的胀缩严重性划分为五个等级。这种分类方法应该说是较为合理的,但存在的问题是没有考虑到土的密度的影响。另外  $w_m$  值也不易测定。根据中华人民共和国国家标准“膨胀土地区建筑技术规范”(GBJ 87)报批稿,认为自由膨胀率大于或等于 40%,裂隙发育,常有光滑面和擦痕,在自然条件下呈坚硬或硬塑状态,常见浅层塑性滑坡,地裂等特征的土应判定为膨胀土。按照膨胀潜势可分为三类:

自由膨胀率 %	膨胀潜势
$40 \leq \delta_{ef} < 65$	弱
$65 \leq \delta_{ef} < 90$	中



由于目前国内外对膨胀土的名称和定义尚不统一,公路方面也没有一个标准,故暂按国家标准的建筑技术规范 GBJ 87 为准。应该说明的是自由膨胀率试验简单、快速,因此用以判定土类别很受生产部门欢迎,但它不能反映原状土的膨胀变形,故不能作为评价地基土的膨胀性指标。另外,对自由膨胀率小于 40% 的土该规范未作硬性规定,应按其它方法作出进一步的判断,否则,可能将一些不属于膨胀土的土划分为膨胀土而增加了造价。1989 年在成都召开了全国膨胀土会议,针对膨胀土的定义和判别方法进行了重点讨论,基本上得到了统一认识。认为膨胀土应以自由膨胀率、蒙脱石含量以及比表面作为基本指标来进行判别。这是一种较好的判别方法,但存在的问题是定量标准的确定以及统一指标的测定方法还需进一步做工作。

膨胀土的胀缩特点均与水有关,故保证工程在施工及使用过程中,水分不起变化,就能避免土有害的胀缩性。因此,在膨胀土地区应避免在雨季施工,同时应做好施工前后的排水工程,以免现场积水。开挖基坑后,为了保持土的结构性及水分,基坑不应长期暴露,应及时修建基础并回填。

**第 4.4.3 条** 对加筋土挡墙来说,采用弱膨胀性原土回填也是可行的。广西大学曾对 20 多座用膨胀性土修筑的土坝进行过调查,所有土坝并不因为是膨胀土填料而失去稳定性。安康地区也用膨胀土作为加筋土挡土墙后的填料,挡墙至今完好。因为膨胀土虽然具有一定的膨胀压力,如果填土重达到或超过膨胀压力后,土便不膨胀或产生压缩。弱膨胀性土膨胀压力小,只要在其上有一定的压力便可减轻甚至消除其膨胀性,故施工方法与一般施工方法相同。

关于膨胀土的压实问题,目前也有不同的看法,一是认为不需要压得很密实,因膨胀量大小与密度有关,密实的土,湿胀量大,收缩小,所以压实要适中,使膨胀量与收缩量均不大,但要满足路基

要求可能就欠缺了。二是主张压得密实一些好,他们认为土的变形并不是主要的,主要是土的强度和稳定性,故由膨胀量大产生的不利影响远不如由提高强度产生的影响重要。所以本规范也采用了在最佳含水量情况下进行分层压实的方法。

膨胀土的渗水性很差,压实时如土含水量太低,应敲碎大土块,边洒水边翻耙,尽量使水分均匀分布。

**第 4.4.4 条** 膨胀土湿胀干缩的内因是含有亲水性大的粘土矿物,外因则是土中水分的变化,因此,为了防止这种土对工程的危害,可采用封闭法。即是使路基填土含水量处于常年不变的状态。

为了防止填土的水分丧失或水的浸入,可修筑不透水的路面及路肩,也可采用沥青膜将压实土进行封闭,或将基底封闭以防止毛细水上升。沥青封闭膜的主要作用是形成一个不透水层。以采用热沥青(针入度 160~180);用量在  $4\sim 5\text{kg}/\text{m}^2$  为好。

土工织物目前在水利部门作为灌溉渠的防渗材料已得到广泛应用。对于加筋土填料亦可应用不透水的土工织物(采用无纺针刺布上胶,或用化学粘结法、纺粘法制成的土工织物)作为封闭膜,这种方法可能比用沥青膜方便。

**第 4.4.5 条** 用物理化学方法处理膨胀土是用石灰、水泥和石灰——水泥添加料。石灰处理土的效果取决于土颗粒大小、级配、土中有机化合物含量等。对塑性指数高的土用石灰处理较为恰当。石灰与土的化学作用过程是缓慢的,尤其是碳化反应过程需时很长,如果施工中拌合均匀就可加速石灰与土的化学作用。石灰处理土的石灰用量,在 8% 以上时效果较好,而用低剂量的石灰处理膨胀土得不到很好的效果。

水泥稳定土利用水泥水化作用产生硫酸钙与硅酸盐,它在土粒周围形成粘结剂,使土粒粘结在一起,土粒越细水泥用量越多,对中等膨胀性土可用 4%~6%,根据苏丹筑路经验,水泥用量在 4%~8% 时,路面有较高的强度,弯沉值仅 0.61mm,就是在雨季亦未发现水泥稳定土有破坏现象。

因膨胀性土的塑性指数大,只用水泥处理可能用量太大,可采用石灰——水泥混合处理方法,掺加剂量方面,规范中只给了一个参考值,应视具体情况进行必要的试验以决定其合适用量。

## 第五节 黄 土

**第 4.5.1 条** 黄土可分为湿陷性黄土和非湿陷性黄土。对加筋土工程来说,危害最大的是湿陷性黄土。黄土的湿陷性是指黄土在一定压力作用下受水浸湿,土结构迅速破坏而产生显著下沉的性质。所谓一定压力,系指土的自重压力或自重压力加附加应力的总和,如果黄土在前者压力作用下,湿陷量大于 7cm 时(野外试坑浸水试验)为自重湿陷性黄土,否则为非自重湿陷性黄土。因此,对工程建筑物来说,主要是如何消除湿陷性黄土的有害沉降,故在本条中列举了一般常用的消除有害的黄土湿陷性的方法。

**第 4.5.2 条** 黄土陷穴是黄土地区典型的工程地质问题,由于陷穴的存在,使水大量浸入路基和边坡,导致边坡塌方,特别是暗穴不易被人发现,危害很大,它会使建筑物大量下沉而影响正常使用,墓穴等人为洞穴亦然。陷穴的形成内因是黄土的湿陷性,外因是水的潜蚀作用。因湿陷性黄土是质地疏松的具有大孔隙和裂隙的土,水容易在黄土中渗流,水不仅可将细颗粒土带走,还因为水中含有  $\text{CO}_2$  时,与黄土的可溶盐类 ( $\text{CaCO}_3$ ) 作用形成可溶性的  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  而产生溶蚀,破坏黄土的结构,使黄土变得疏松。其次陷穴的成因还有植物根系腐烂,动物活动以及人为活动(如墓穴、坑道、窑洞等)而成孔。从地貌上看,黄土陷穴大多分布在黄土塬边缘、河谷阶地边缘、冲沟两岸及河床中。本条规定一般在加筋体外 20m 范围内的有害陷穴均需处理,这只是一个参考公路路基规范的数值,主要是考虑到 20m 内的陷穴可能会漫延而影响到建筑物安全,在建筑物地基内有陷穴时必须进行处理。对于陷穴的处理方法,规范中推荐了数种黄土地区常用的方法。

## 第六节 季节性冻土

**第 4.6.1 条** 对季节性冻土地区,为了避免施工困难,宜在非冰冻期进行施工,并应做好排水设施,减少水对填土及地基的侵蚀。冬季施工时,基础位于季节性融化层以下时,基坑的开挖及砌筑基础均应快速进行,以免气温影响加深冻层,造成春融时对建筑物不利的沉降。如开挖的基坑必须过夜,应有防冻措施,避免基坑冻结。

## 第七节 杂填土及岩溶地区

**第 4.7.1 条** 工业废渣是否可用来作为地基的持力层,与废渣堆积的年限有很大关系,年代越久其性能越稳定。但是目前还没有一个统一的规定时间,因此,本规范中没有作具体规定,只强调调查研究,确认性能稳定时,才能作为建筑物的地基持力层,但对基础材料有侵蚀性的工业废料未经处理时,仍不能应用。

**第 4.7.2 条** 岩溶溶洞的形成是与水分不开的,岩溶洞穴对建筑物造成的危害很大,故必须对建筑物有影响的洞穴进行处理。广西省已总结出不少经验,归纳为“挖填、跨盖、灌注、排导”八个字,而贵州省归纳为“留、堵、导、渡”,这些都是宝贵的经验。对岩溶发育,地形复杂的地区,选线时就应尽量避免,对建筑物稳定性没有危害的洞穴可不予处理,反之应采用挖填或灌注方法填满洞穴或采用跨越结构。

## 第五章 质量检验评定标准

### 第一节 一般规定

**第 5.1.4 条** 现行交通部的《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071)中未列入公路加筋土工程项目,本章拟定了加筋土工程的质量检验和质量等级评定标准,以便较准确的反映工程质量的优劣。在使用中不断总结,待一个时期经过补充完善后再列入《公路工程质量检验评定标准》中去。

### 第二节 分项工程中间检查标准

加筋土工程施工主要包括:基底、基础、面板预制、面板安装、筋带铺设填料压实、防水排水和其它工程等分项工程。

**第 5.2.1 条** 基底工程一般包括面板基底,布筋区和非布筋区三个部分。布筋区和非布筋区的基底施工同一般路基一致,应符合设计要求和交通部现行的《公路路基施工技术规范》有关规定。本条二仅以墙面基底(条形基坑)为实测项目标准。

**第 5.2.2 条** 基础工程包括:预制(现浇)混凝土基础、砌石基础和天然基础。面板是直接置于条型基础上的,因此基础圬工应满足设计强度和表面平整度,同时其标高允许误差也较基底严格。砌石和天然基础顶面经水泥砂浆找平后仍应符合规范中表 5.2.2 规定。日本施工指南(草案)规定,基础表面平整度每延长 1.5m 不大于 5mm 的空隙。根据我国一般情况,规定为 2m 直尺量测,空隙的允许误差不大于 10mm。(包括预制块基础铺装误差在内)。由于允许底层面板用砂浆调平后砌筑,故该值对面板安装质量不会产生不良影响。

**第 5.2.3 条** 面板预制精度直接关系着安装的难易和墙面的

顺直。我国目前面板设计形状及尺寸差异很大。国外无论面板的边长多少,一般允许误差值为 5mm,以面板基准长 1.5m 计,其允许值 0.3%。本规范以面板边长允许误差用  $\pm 5\text{mm}$  或 0.5% 边长控制。即以 1m 边长为基准值,大于 1m 边长可用  $\pm 5\text{mm}$  为允许误差值,小于 1m 可用设计边长的 0.5% 为允许误差值,以严格不同尺寸面板的精度。国外规定两对角线长度差 10mm(十字形标准面板 1.5m $\times$ 1.5m),按其计算最大对角线长 1.94m,精度为 0.515%。本规范规定面板两对角线长度差以计算对角线长的 0.7% 或 10mm 为允许误差值。取其最小值控制,这样便于适应不同形状和不同尺寸的多种面板的精度,该规范规定值对小型面板比国外降低精度约 0.2%,对较大面板与国外相同。在面板未实现标准化的情况下,按面板大小区别对待是有必要。加之国外均以工厂化定型生产,我国多属工地现场预制。

面板表面平整度,法国计算值为 0.333%(5/1500mm),美国计算值为 0.2%(3/1500mm),本规范定为 4mm 或量测长度的 0.3% 也是基于不同面板尺寸及施工条件而定的。

**第 5.2.4 条** 面板安装是交替的重复工序,每安装一层面板均需进行自检,每安装三层面板需进行一次中间检查。国外以每两层面板检查一次垂直度(3m 高)。本规范考虑到与交通部现行的《公路工程质量检验评定标准》中重力式挡土墙的一致性,以设计坡度为基准,面板垂直度允许误差值规定每块板在  $+0 \sim -0.5\%$  之间,面板安装中不允许有外倾(+ )。面板顶高差对于连续同高面板则以相邻板拼缝处高差计,不连续高度面板(如十字形、六边形)则以同层、同高相邻面板为一组。

**第 5.2.5 条** 按交通部现行的《公路工程质量检验评定标准》规定,路基压实度合格率为 100%,似较为严格。在高等级公路施工中,即使采用特大型、重型振动压实机械在细粒土壤筑路段也难以达到要求压实度 100% 合格。我国建筑地基压实度规定压实度合格率为 98%,并规定了不合格率的测点数的最低压实度的界限。根据调查,大部分加筋土工程的压实度合格率均达不到

100%，尤其是采用重型击实标准和采用细粒土填料时。由此我们规定了压实度合格率为97%（在距面板1m范围以外）同时规定了不合格率的最低压实度。因1m范围内一般属路肩部位，原则上是按路肩检验标准要求进行的。所以本规范对距面板1m范围内的压实度合格率规定为70%，原则上是符合交通部现行的《公路工程质量检验评定标准》。同时也较为符合加筋土工程的实际情况。

**例：**检查某工程距面板1m以外某一层的压实合格率。（路槽底面80cm以下）已知标准击实最大干密度 $1.98\text{g}/\text{cm}^3$ ，规定压实度大于90%，其值为大于 $1.782\text{g}/\text{cm}^3$ ，现有97%的测点数大于该值，但有3%的测点数低于或等于该值，其中最低值为：

$$(90 - 3)\% \times 1.98\text{g}/\text{cm}^3 = 1.723\text{g}/\text{cm}^3$$

结论：不全部符合要求，应对该层进行补压，否则不予计分。

**第5.2.6条** 因国内筋带材料种类较多，施工差异极大。为照顾到本规范所列3种不同筋带施工的情况，除要求施工符合本规范第三章第四节的原则规定外，目前还难于细分不同材料筋带的具体质量控制标准，故均以设计要求为质量检验标准。

**第5.2.8条** 砌石及混凝土工程是指与加筋土工程组合的工程。如加筋土挡土墙端部的重力式挡土墙，顶部檐板下的调整层，以及下部重力式挡土墙等。

### 第三节 竣(交)工检验标准

**第5.3.2条** 质量控制重点应在分项工程之中。平面位置允许误差一般与重力式支挡结构相同，而路堤式结构对路基宽度影响较小，所以有所放宽。日本加筋土设计施工手册规定墙面垂直度允许误差 $\pm 0.02H$ 及10mm， $H$ 以5m为最大值，美国规定以每3m高不超过13mm（以墙高而定）其精度相差较大。因此，本规范以国内一般加筋土工程为依据，按设计墙面坡度为基准，规定为 $+0.005H$ 及50mm， $-0.001H$ 及100mm，是以墙高10m为最大值。“-”值过大会影响路基宽度，“+”值过大对于垂直墙面有外倾感，

所以采用了外倾值(比设计坡度陡)(+)小,而内倾值(比设计坡度缓)(-)大的两个允许值。小于 10m 墙高时用  $+0.005H$  或  $-0.001H$  控制。大于或等于 10m 墙高时可用  $+50\text{mm}$  或  $-100\text{mm}$  控制。在检测墙面垂直度时是由上向下用吊锤测得墙顶距墙趾的实际水平距离后计算而得。

例:某 15m 高的加筋土挡土墙,已知设计坡率 1:50(2%)。即墙顶距墙趾水平距离为 0.3m(基准值)。该墙高大于 10m,用  $+50\text{mm}$  和  $-100\text{mm}$  控制,所以,如实际坡率在 1.67% ~ 2.67% 之间,其实际墙顶与墙趾水平间距在  $0.3\text{m} - 0.05\text{m} = 0.25\text{m}$  和  $0.3\text{m} + 0.1\text{m} = 0.4\text{m}$  之间,均属符合标准。

墙面平整度用以限制不规则的过大变形,法国规定 4.5m 直尺量测不大于 25mm 间隙,相当于 0.555%。交通部现行的《公路工程质量评定标准》中,料石、块石、片石砌筑大面平整度以 2m 直尺量测间隙分别为 10mm、20mm、50mm,相当于 0.5%、1%、2.5%。规范在此基础上规定 15mm,相当于 0.75%,同时要求 2m 直尺最少搭接垂直或水平方向的 2 条板缝,不允许在一块面板上量测(如矩形板长 2m 时)。

桥台一般为三个面,以各面分别为一检查单位。



## 附录一 说 明

加筋土工程由墙面、筋带和填料共同组成一个整体,在这个整体的内部存在着墙面土压力、筋带与土粒之间的摩阻力等。这些内力必须保持平衡,才能保持整体的稳定。筋带在土中可能发生两种情况的破坏:一种是筋带断裂;一种是筋带尚未断裂,但由于筋带与填料的摩阻力不足,而被从土体中拔出。当施工须核定填料与筋带的摩擦系数是否与设计相符时,需进行拉拔试验。筋带拉拔试验每一级加载量按筋带的容许应力  $1/3 \sim 1/4$  计。

测定准确的摩擦系数是困难的,因为作用在筋带上的法向应力和筋带与填料间的剪应力受多种因素影响。如土体成拱作用、膨胀作用、边界作用、填土密度、筋带变形、筋带的表面状态和几何尺寸等,都能影响法向应力的大小和分布以及填土与筋带表面上的抗剪力。

目前,似摩擦值可以通过几种试验方法测定:

①在模型足尺墙中土与筋带材料之间的直剪(滑动剪切)试验(这在上海铁道学院、铁路第四设计院等已做试验)。

②在模型中或足尺加筋土中筋带的抗拔试验(这在同济大学、山西、陕西、兰州铁道学院、云南、四川等单位做过)。

③在路堤中加筋带的抗拔试验(这在山西、陕西、辽宁、兰州、江苏、贵州、江西等单位做过)。

由于在加筋土中摩擦阻力是变化的,在这些试验方法中筋带的抗拔试验虽然可能并不完全代表摩擦阻力,但它无疑是能反映填土与筋带的实际工作状况,是最简单和最适合的试验方法之一。

似摩擦系数的计算公式中只考虑了上下两个面的土柱压力,未考虑两个侧面的土压力,计算式不足以完全代表筋与土之间的

受力机理。当测定的似摩擦系数小于筋带与填料的摩擦角时,应予舍去。

由于试验的组数较少,不采用正态分布统计。因考虑到筋带本身不均匀的影响,故采用保证率平均值,即对算术平均值减一个按要求的保证率所确定的保证值,即

$$\bar{f} - t_{\alpha}(s/\sqrt{n})$$

对于试验成果中那些明显不够合理的数据应分析原因,以便决定可疑数据的取舍。

现场拉拔试验举例:

试验地点:某加筋土工程,现场拉拔试验。

### 一、试验工地用土

在选择试验用土时,应考虑与加筋土工程主要料场土质相近,试验土要有一定的代表性,在此基础上确定取土位置。经土工试验该土属“粉质轻亚粘土”,夯实土干密度 =  $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ ,内摩擦角  $\phi = 48.5^\circ$ ,内聚力  $c = 3.0\text{kg}/\text{cm}^2$ (试验数据  $c$  值偏大,其原因主要含水量及密实度控制较好),其它物理力学数据略。

### 二、试验材料

试验材料分两种:

1. 北京产聚丙烯包装带宽 16mm,厚 0.7mm,长度 2.5m 及 3.0m 两种,并分 2 根,4 根,6 根拉拔,填土高度均为 0.6m。

2. 钢片筋带填土高度为 0.6m,1.2m,1.8m,2.4m 四种,厚度为 6mm,宽度 23 ~ 30mm,长度 4.07 ~ 4.65m,平均长 4.40m,亦为单根。

### 三、试验方法

平整场地,利用工程上使用的 0.33m 高,2m 长的槽形墙面板及塑料筋带 2 束各 4 根长 3m,分层锚固于夯实填土中。面板层数与试验材料要求之填土高度相适应,最大 7 层高 2.4m。拉拔材料置于最低层两根一组,采用平行试验,以便测得之数据相互对照。

加载采用了大行程百分表,位移计,“百分表与位移计同时使用,相互映证,本试验采用其平均值做为计算值”,此外,还采用了

1500kg 的测力计,静态应变仪,导键,钢丝绳,地锚等工具,仪器。

加载时塑料筋带采用 0.5kN 一级,钢片筋带取 0.5kN ~ 10kN 一级,视变形情况而定。

试验程序:布置筋带→填土夯实→安装仪表→加载张拉,待仪表稳定后读数记录。依此循环,直至筋带断裂或有明显滑动为止。

#### 四、试验结果:

1. 聚丙烯塑料筋带拉力与变形关系曲线,单根( $f$ )平均值为 1.91 ~ 2.03。
2. 钢片筋带拉力与变形关系曲线,单根( $f$ )平均值为 1.48 ~ 3.68。
3. 拉拔试验汇总表。

拉拔试验汇总表

筋带类别	编 号	筋带根数	填土高度 $h$ (m)	筋带长度 $L$ (m)	筋带宽度 $b$ (cm)	筋带厚度 $t$ (cm)	水平拉力 $T$ (kg)	相应变形 $\delta$ (mm)	摩擦系数 $f$	$f$ 平均值	单根塑料筋带的 $f$ 值	平均值	总变形 $\delta$ (mm)
塑料筋带	SL 1-2	2	0.6	2.5	1.6	0.07	350	204	4.289		2.144	2.029	390
	SL 1-2	4	0.6	2.5	1.6	0.07	680	204	8.333		2.083		
	SL 3-3	2	0.6	2.5	1.6	0.07	300	154	3.676		1.838		
	SL 3-3	4	0.6	2.5	1.6	0.07	740	245	9.069		2.267		
	SL 3-1	6	0.6	2.5	1.6	0.07	940	280	11.520		1.920		
	SL 1-1	6	0.6	2.5	1.6	0.07	940	192	11.520		1.920		
	SL1* 3-2	2	0.6	3.0	1.6	0.07	350	229	3.574		1.787	1.912	100
	SL2* 3-2	2	0.6	3.0	1.6	0.07	400	251	4.085		2.042		85
	SL3* 3-2	2	0.6	3.0	1.6	0.07	350	256	3.574		1.787		
	SL 2-2	6	0.6	3.0	1.6	0.07	1200	253	12.255		2.043		
	SL 3-2	6	0.6	3.0	1.6	0.07	1140	275	11.642		1.940		85
	SL 1-3	6	0.6	3.0	1.6	0.07	1100	176	11.233		1.872		90

续上表

筋带类别	编 号	筋带根数	填土高度 $h(m)$	筋带长度 $L(m)$	筋带宽度 $b$ (cm)	筋带厚度 $t$ (cm)	水平拉力 $T$ (kg)	相应变形 $\delta$ (mm)	摩擦系数 $f$	$f$ 平均值	单根塑料筋带的 $f$ 值	平均值	总变形 $\delta$ (mm)
钢 筋 带	ST 1-2	1	0.6	4.43	2.3	0.6	800	3.5	3.150	3.635			
	ST 2-2	1	0.6	4.42	2.5	0.6	800	4.5	3.549				
	ST 2-3	1	0.6	4.56	2.3	0.6	900	3.0	4.206				
	ST 1-3	1	1.2	4.22	3.0	0.6	1080	2.8	2.091	2.306			
	ST 3-3	1	1.2	4.65	2.3	0.6	1100	2.0	2.521				
	ST 3-2	1	1.8	4.33	2.3	0.6	1000	10.0	1.641	1.671			
	ST 1-4	1	1.8	4.43	2.3	0.6	1060	4.8	1.700				
	ST 1-1	1	2.4	4.07	2.7	0.6	1200	2.0	1.333	1.479			
	ST 3-1	1	2.4	4.54	2.5	0.6	1500	2.9	1.620				

## 附录二 说 明

聚丙烯土工带的拉力试验系参照《塑料打包带》SG234-81 标准制定的。在该标准中,对批量规定不超过 10t,本规范考虑到聚丙烯土工带用于工程,故定为 5t,以确保筋带的质量。钢带和钢筋的拉力试验系按照《公路工程金属试验规程》(JTJ 055)制定的。

聚丙烯土工带除它的外观,尺寸及强度应符合要求外,尚有偏斜度指标要求,偏斜度过大时,受力不均匀。SG234-81 对偏斜度的指标规定,小于 30mm/m,本规范对聚丙烯土工带的偏斜度暂定为不大于 20mm/m。

### 现行公路工程标准、规范、规程一览表

序号	名 称	序号	名 称
1	(JTJ 001-97) 公路工程技术标准	32	(JTJ 051-93) 公路土工试验规程
2	(JTJ 002-87) 公路工程名词术语	33	(JTJ 052-2000) 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
3	(JTJ 003-86) 公路自然区划标准	34	(JTJ 053-94) 公路工程水泥混凝土试验规程
4	(JTJ 004-89) 公路工程抗震设计规范	35	(JTJ 054-94) 公路工程石料试验规程
5	(JTJ 005-96) 公路建设项目环境影响评价规范(试行)	36	(JTJ 055-83) 公路工程金属试验规程
6	(JTJ/T 006-98) 公路环境保护设计规范	37	(JTJ 056-84) 公路工程水质分析操作规程
7	(JTJ 011-94) 公路路线设计规范	38	(JTJ 057-94) 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
8	(JTJ 012-94) 公路水泥混凝土路面设计规范	39	(JTJ 058-2000) 公路工程集料试验规程
9	(JTJ 013-95) 公路路基设计规范	40	(JTJ 059-95) 公路路基路面现场测试规程
10	(JTJ 014-97) 公路沥青路面设计规范	41	(JTJ/T 060-98) 公路土工合成材料试验规程
11	(JTJ 015-91) 公路加筋土工程设计规范	42	(JTJ 061-99) 公路勘测规范
12	(JTJ 016-93) 公路粉煤灰路堤设计与施工技术规范	43	(JTJ 062-91) 公路桥位勘测设计规范
13	(JTJ 017-96) 公路软土地基路堤设计与施工技术规范	44	(JTJ 063-85) 公路隧道勘测规程
14	(JTJ 018-97) 公路排水设计规范	45	(JTJ 064-98) 公路工程地质勘察规范
15	(JTJ/T 019-98) 公路土工合成材料应用技术规范	46	(JTJ 065-97) 公路摄影测量规范
16	(JTJ 021-89) 公路桥涵设计通用规范	47	(JTJ/T 066-98) 公路全球定位系统(GPS)测量规范
17	(JTJ 022-85) 公路砖石及混凝土桥涵设计规范	48	(JTJ 071-98) 公路工程质量检验评定标准
18	(JTJ 023-85) 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范	49	(JTJ 073-96) 公路养护技术规范
19	(JTJ 024-85) 公路桥涵地基与基础设计规范	50	(JTJ 073.1-2001) 公路水泥混凝土路面养护技术规范
20	(JTJ 025-86) 公路桥涵钢结构及木结构设计规范	51	(JTJ 073.2-2001) 公路沥青路面养护技术规范
21	(JTJ 026-90) 公路隧道设计规范	52	(JTJ 074-94) 高速公路交通安全设施设计及施工技术规范
22	(JTJ 026.1-1999) 公路隧道通风照明设计规范	53	(JTJ 075-94) 公路养护质量检查评定标准
23	(JTJ 027-96) 公路斜拉桥设计规范(试行)	54	(JTJ 076-95) 公路工程施工安全技术规程
24	(JTJ 032-94) 公路沥青路面施工技术规范	55	(JTJ 077-95) 公路工程施工监理规范
25	(JTJ 033-95) 公路路基施工技术规范	56	(JTJ/T 0901-98) 1:1 000 000 数字交通图分类与图式规范
26	(JTJ 034-2000) 公路路面基层施工技术规范	57	GBJ 22-87 厂矿道路设计规范
27	(JTJ 035-91) 公路加筋土工程施工技术规范	58	GB 50092-96 沥青路面施工及验收规范
28	(JTJ 036-98) 公路改性沥青路面施工技术规范	59	GBJ 97-87 水泥混凝土路面施工及验收规范
29	(JTJ 037.1-2000) 公路水泥混凝土路面滑模施工技术规范	60	GBJ 124-88 道路工程术语标准
30	(JTJ 041-2000) 公路桥涵施工技术规范	61	GB 5768-1999 道路交通标志和标线
31	(JTJ 042-94) 公路隧道施工技术规范	62	GB 50162-92 道路工程制图标准