

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

人民交通出版社

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

人民交通出版社

(京)新登字091号

公路加筋土工程施工技术规范

(JTJ 035—91)

条 文 说 明

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张: 1.25 字数: 27千

1992年4月 第1版

1992年4月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—10000册 定价: 1.50元

ISBN 7-114-01316-7

U·00859

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》(JTJ035—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。

目 录

第一章 总则	1
第二章 材料及构件	3
第一节 填料	3
第二节 筋带	4
第三节 混凝土预制构件的材料及面板填缝料	5
第三章 加筋土工程施工	7
第一节 准备工作	7
第二节 基础工程	7
第三节 面板安装	7
第四节 筋带铺设	9
第五节 填料的采集、摊铺、压实	9
第六节 防水、排水和其它工程	13
第四章 特殊土的加筋土工程施工	14
第一节 一般规定	14
第二节 软土及沼泽土	14
第三节 红粘土	16
第四节 膨胀土	17
第五节 黄土	21
第六节 季节性冻土	22
第七节 杂填土及岩溶地区	22
第五章 质量检验评定标准	23
第一节 一般规定	23
第二节 分项工程中间检查标准	23
第三节 竣（交）工检验标准	25
附录一 说明	27
附录三 说明	32

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46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经济效益。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 $2 \sim 3\text{m}$, 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。

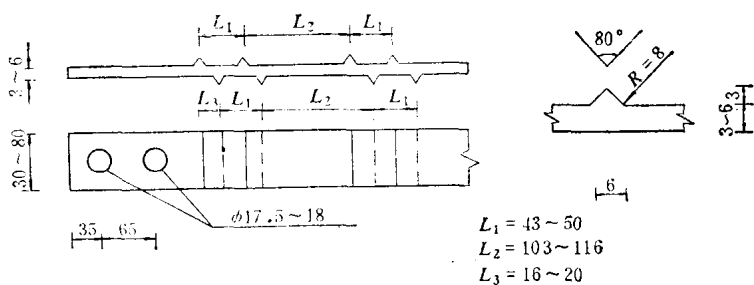


图2.2.2 有肋钢带构造图 (单位: cm)

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 250kg/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 —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》(JTJ033—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,重量大(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、六角形的面板最为适宜。

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,埋于土中不受幅射影响的强度损失小,为直接幅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 最大干密度 和 最优含水量 ,作为压实过程压实度控制的标准。当料场变化时,应按新料场填料作标准击实试验。

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

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

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,最优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,应作好排水和遮盖,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。

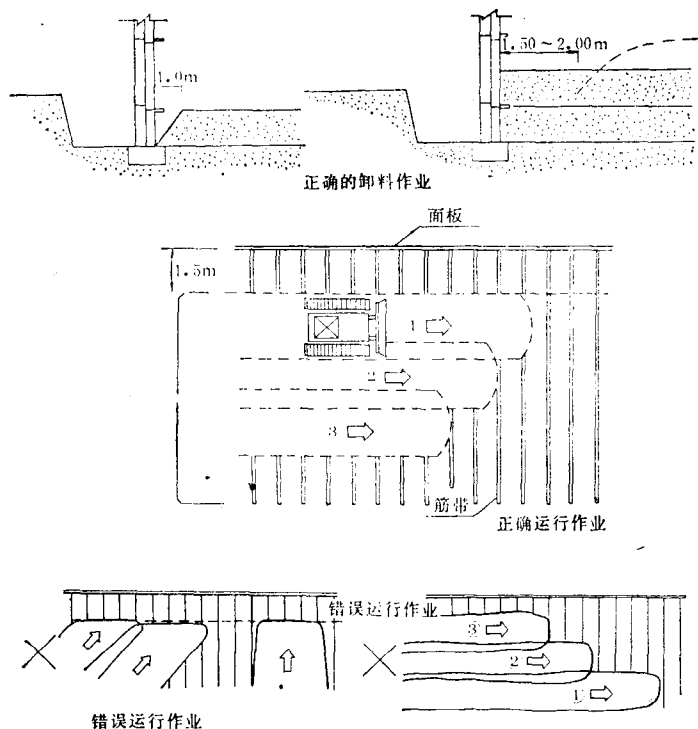


图3.5.4 卸料及机械运行作业图

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