

几种土壤固化剂固化土壤的效果试验及成本分析

刘 平,蒋正文

(宁夏水利科学研究所,银川 750021)

摘 要:选择国内几种土壤固化剂进行室内固土效果试验,根据试验结果进行分析,筛选出了固化效果较好、且经济可行的土壤固化剂种类及配比,为宁南山区集水场建设提供了新的路子和方法。

关键词:固化剂;配比;对比试验

中图分类号:S156

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)05-0045-02

The Analyses of Cost and Experimentations
of Several Condensates Solidifying Soil

LIU Ping J IANG Zheng-wen

(Ningxia Institute of Water Conservancy Science, Yinchuan 750021, China)

Abstract :Based on experiments about several condensates used to solidify soil in laboratory , several good effect and economical soil condensates and proportion were screened out , this provides new ways for constructing catchment in southern Ningxia hill region.

Key words :condensate ; proportion ; contrasted examination

宁夏南部山区的“窖水蓄流节水灌溉工程”已进行了多年,修建各类水窖 40 万眼,但集水场的建设一直存在一些问题。目前,人工集水场的形式主要有混凝土、土工膜布、人工夯实集水、屋面等形式,每种集水场都有各自的优点,但也存在着许多不尽人意的地方。为了探索新的集水场建设材料和方法,我们选择了国内几种土壤固化剂进行了固化土壤的室内对比试验,目的在于筛选出一种固化当地土壤效果好、经济合理的土壤固化剂,并将其推广应用到宁南山区的水窖集水场建设中来,拓宽水窖集水场建设的路子。

1 试验方法

1.1 供试材料的选择

国内目前推广应用的固化剂种类较多,但固化对象不同,效果也不同。根据有关资料对土壤固化剂的介绍,结合当地土壤性质,选择固化土壤效果较好的固化剂 O、L、T、H 四种土壤固化剂进行室内对比试验,同时与相同条件下制作的供试土壤模块进行对比试验。供试土壤取自宁夏南部的同心县喊叫水乡,土壤类型为黄绵土,质地为重粉质壤土。

1.2 试验方法

1.2.1 土壤最优含水率的确定

先将供试土壤的含水率分别调整到 6%、8%、……、22%、24%,然后用击实仪击实相同次数。根据击实后土壤的容重确定土壤最优含水率,容重最大的土壤,其含水率为最优含水率,为供试模块的制作提供依据。

1.2.2 供试模块的制备方法

确定不同配比试验方案,根据方案将固化剂与土壤混合并调节其含水率至最优含水率。称取同等重量的拌和样放入

模具中,静压成型制成直径为 5 cm、高为 5 cm 的模块供测试。

1.3 观测指标及方法

观测指标主要有抗压强度、渗透系数、防冻等三项。抗压强度分固化 7 d、14 d、28 d、60 d 进行观测,并分别测定浸水前和浸水 48 h 后再释水 24 h 后的抗压强度;渗透系数分固化 7 d、14 d、28 d 进行观测;防冻只观测固化 28 d 后的模块。每个观测样取二个平行样。

2 试验结果及分析

2.1 最优含水率

不同含水率土壤击实后的干容重详见表 1。

表 1 不同含水率土壤击实效果观测表

土壤含水率/%	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
击实后干容重 (g·cm ⁻³)	1.57	1.61	1.64	1.72	1.77	1.83	1.80	1.77	1.75	1.67

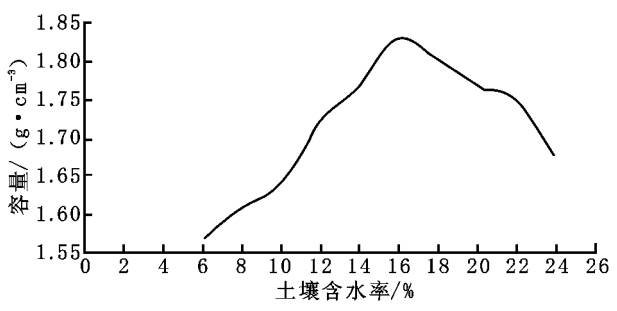


图 1 不同含水率土壤与击实后其容重变化

* 收稿日期:2005-08-22

基金项目:国家 863 计划“现代节水农业技术体系及新产品开发”重大专项课题资助(2002AA2Z4301)

作者简介:刘 平(1967-),男,宁夏人,高级工程师,研究方向为雨水利用与水土保持。

从表 1 可以看出,土壤击实的最佳含水率为 16%,因此,在制作模块时,将土壤含水率调整为 16%。

2.2 供试模块抗压强度、渗透系数及抗冻融情况分析

从抗压强度看,经各类土壤固化剂固化后的模块,其抗压强度都较硬化土的抗压强度大的多,且随着养护时间的增加,其抗压强度也明显增加。通过其浸水 48 h、释水养护 24 h 后的抗压强度测试结果分析,其抗压强度均有不同程度的

恢复,且没有泥化现象。而硬化土浸水后泥化严重,几乎没有抗压强度。不同固化剂中固化剂 T 和固化剂 O 的抗压强度较大。

从渗透系数看,经不同土壤固化剂不同配比固化后的土壤,渗透系数都较硬化土的渗透系数小,且随着养护时间的增加,大部分模块的渗透系数有下降趋势。

不同固化剂中固化剂 O 的渗透系数较小。详见表 2。

表 2 土壤固化剂试验数据观测表

固化剂 类型	配比 方案	抗压强度/(kg ·cm ⁻²)						渗透系数/(10 ⁻⁵ cm ·s ⁻¹)				
		7 d		14 d		28 d		60 d		7 天	14 天	28 天
		浸水前	浸水后	浸水前	浸水后	浸水前	浸水后	浸水前				
O	O ₁	17.83	11.97	30.83	9.68	20.89	14.27		1.13	1.88	1.71	
	O ₂	15.8	13.25	28.54	15.54	33.38	14.27	33.63	3.39	0.98	1.59	
	O ₃	31.08	18.98	30.57	16.56	37.2	26.75	75.41	1.1	1.3	1.27	
	O ₄	31.08	27.39	41.27	29.81	63.69	33.38	107.52	0.75	0.81	0.61	
	O ₅	44.84	35.16	55.54	37.71	69.55	52.99	116.69	0.69	0.87	0.35	
	平均	28.13	21.35	37.35	21.86	44.94	28.33	83.31	1.41	1.17	1.11	
L	L ₂	8.28	7.65	10.95	5.61	24.97	8.66	13.25	1.33	1.1	1.36	
	L ₃	7.64	5.99	9.68	6.24	24.2	9.46	25.48	0.67	1.22	1.24	
	L ₄	8.54	6.63	10.45	6.24	24.97	9.172	39.75	0.58	1.07	1.3	
	L ₅	7.59	4.59	17.48	6.24	22.42	8.917	34.65	0.95	1.1	1.5	
	L ₆	6.88	5.86	13.5	7.01	25.48	9.936	33.12	0.75	1.45	1.36	
	平均	7.79	6.14	12.41	6.27	24.41	9.23	29.25	0.86	1.19	1.35	
T	T ₁	4.15	4.46	6.37	6.37	14.78	8.153	53.12	1.71	1.16	3.63	
	T ₂	4.89	5.1	9.94	5.35	18.85	6.369	48.79	4.17	9.61	1.88	
	T ₃	3.06	3.7	7.9	5.35	18.09	5.351	39.75	8.33	7.75	2.26	
	T ₄	4.84	5.48	10.19	6.11	19.36	12.23	54.52	5.09	7.64	2.63	
	T ₅	4.28	6.37	9.43	6.37	24.97	9.172	56.44	6.71	2.55	2.85	
	T ₆	30.22	14.27	31.08	14.01	44.33	22.93	86.62	0.46	0.55	0.9	
	T ₇	71.59	31.97	80.25	68.79	92.74	80	258.34	7.06	0.67	0.58	
	平均	17.58	10.19	22.17	16.05	33.30	20.60	85.37	4.79	4.28	2.10	
H	H ₁	10.96	9.94	17.33	8.66	22.68	10.19	29.3	1.59	1.04	1.59	
	H ₂	16.55	10.09	24.72	13	37.71	18.85	50.58	1.97	1.39	1.85	
	H ₃	22.68	16.94	33.15	20.38	62.17	22.17		1.53	1.16	1.19	
	H ₄	26.76	23.44	61.4	26.5	72.36	30.07	80.77	1.76	1.13	1.39	
	H ₅	42.3	42.04	69.81	49.43	68.28	46.88	123.06	8.22	1.48	1.22	
	H ₆	15.55	11.47	24.97	12.74	36.69	16.56	35.41	2.78	1.39	1.65	
	平均	22.47	18.99	38.56	21.79	49.98	24.12	63.82	2.98	1.27	1.48	
硬化土	1.15	1.02	16.05	0	15.03	0.764	15.8	5.56	7.41	7.06		

为了更进一步筛选所选固化剂种类及配比,我们利用数学方法对其抗压强度和渗透系数进行分析对比,筛选出抗压强度较大、渗透系数较小的两种固化剂类型及配比,分别为:O₄、T₇。其稳定后(60 d)的抗压强度分别为:107.52 和 258.34 kg/cm²,大于 100# 混凝土砂浆的强度;其渗透系数分别为:0.61×10⁻⁵和 0.58×10⁻⁵ cm/s,是硬化土渗透系数的 8%左右。

将所筛选出的二种配比模块进行抗冻试验。因其破坏主要是冻胀破坏,故进行饱水抗冻试验。试验证明,这二种固化剂的固化体都具有较强的抗冻能力,抗冻融次数都在 30 次以上。

2.3 经济成本分析

对筛选出的两种固化剂及配比方案进行经济成本分析,可以看出,T₇的材料成本和总成本分别为:11.68 和 13.56 元/m²,分别较 O₄ 高 115.1%和 111.53%,较 150# 砂浆高 50.52%和 38.66%;而 O₄ 的材料成本和总成本分别为:5.43 和 6.42 元/m²,较 150# 砂浆低 30.0%和 31.63%,详见表 3。由成本分析可以看出,固化剂 T 固化土壤成本较大,不适合大规模推广,而 O₄ 的造价适中,且各种指标接近于 T₇,故选择 O₄ 作为推广目标。

表 3 不同固化剂固化土壤成本分析表

材料名称及配比	材料成本 /(元·m ⁻²)	总成本/ (元·m ⁻²)	备注
T ₇	11.68	13.56	固化土厚度 5 cm
O ₄	5.43	6.42	固化土厚度 5 cm
150# 砂浆	7.76	9.39	砂浆厚度 5 cm

3 土壤固化剂在宁夏水利上的推广应用前景分析

室内试验结果表明,如选择合适的固化剂和填料,其成本远小于砂浆的成本,而强度、防渗、防冻效果接近于混凝土。因此,土壤固化剂材料的推广运用,对我区水利工程中渠道衬砌、水窖修建、集水场建设、人畜饮水工程建设,具有深远的意义,推广应用前景十分乐观,尤其是对宁南山区集水场地的建设作用更大。固化剂集水场克服了目前几类人工集水场所存在的缺点,具有十分广阔的推广前景,该类集水场的全面推广,将会使宁南山区的“窖水蓄流节水灌溉工程”更好地发挥其应有的作用。