

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, JIANG 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 ($g \cdot cm^{-3}$)	1.57	1.61	1.64	1.72	1.77	1.83	1.80	1.77	1.75	1.67

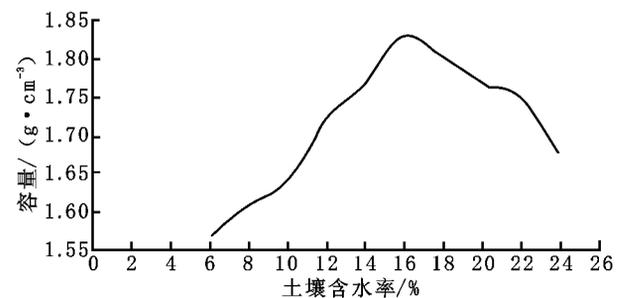


图 1 不同含水率土壤与击实后其容重变化

* 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	浸水后			
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。