

渭河堤防填筑标准试验研究

郭江涛¹, 郭敏霞²

(1. 杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 陕西 杨凌 712100)

摘要: 依托渭河综合治理工程中堤防填筑标准试验,掌握了沿渭河流域几个地段土料的颗粒分布状况,分析了影响堤防填筑的主要因素。通过相对密度试验和击实试验得到渭河流域几个地段土料的填筑标准值,对试验标准值进行了统计分析。结果表明:粗粒土只有在较好的级配条件下、细粒土为最优含水率的情况下,土料才能达到较好的压实效果。最后得出几个地段的填筑标准控制范围值,此成果对渭河堤防填筑工程有一定的指导意义。

关键词: 堤防填筑; 相对密度; 击实; 含水率; 控制标准

中图分类号:TV871.1

文献标识码:A

文章编号:1672-643X(2014)04-0225-04

Experiment on filling standard of embankment of Weihe River

GUO Jiangtao¹, GUO Minxia²

(1. Yangling Vocational and Technical College, Yangling 712100, China;

2. Northwest A & F University, Yangling 712100, China)

Abstract: Relied on the test of embankment filling standard in comprehensive management project of Weihe River, the paper learned the distribution situation of soil material particle at several locations along the basin of Weihe river, and analyzed the main factors affecting the dike embankment. Through compaction test and relative density test, it got the value of filling soil material standard along several lots of Weihe river, and carried out statistical analysis for existing standards. The test got the result that only under better gradation of coarse-grained soil and fine-grained soil is case optimum water content, the soil material can achieve better compaction results. The value of control range of filling standard is gotten in several lots. The result has a certain guiding significance for the work of embankment filling of Weihe River.

Key words: embankment filling; relative density; compaction; moisture content; control standard

1 研究背景

渭河是黄河的第一大支流,在黄河治理开发中占有重要地位。渭河陕西段不仅在区域经济发展中具有重要作用,而且在西部大开发中也具有明显的区位优势 and 战略意义,加快渭河流域治理对西部地区经济发展、生态环境改善具有全局性的影响。陕西省“十二五”规划实施后,全省首批开工的重大工程就有渭河陕西段综合整治工程。目前渭河堤防加宽加高工程已相继开工建设,由于堤防填筑所用的材料是就地取材,基本取自河道内外多年的洪积物、沉积物。填筑材料最大的特征是材料的性能变化大^[1],有砂砾石、中粗细砂、砂土、粘土及混合物等。砂砾石、中粗细砂、砂土这几种材料级配稍有不同,其密度就会发生变化^[2]。本文通过室内试验探索

控制标准的确定,以确保渭河流域水资源配置和保护、防洪,及渭河流域水土保持生态建设的实施。

2 试验材料与方法

渭河陕西段,宝鸡峡至咸阳为中游,河长180 km,河道较宽,多沙洲,水流分散;咸阳至入黄口为下游,河长208 km,比降较小,水流较缓,河道泥沙淤积。本次试验所取的试验材料来自沿渭河流域的宝鸡、岐山、眉县、扶风、杨凌、武功、渭南7个地方,土样取自各地正在施工的工地。

试验依据规范为《土工试验规程》SL237-1999^[3]。首先对试样进行颗粒分析试验,对于粗粒土颗粒分析试验采用筛分法,细粒土采用密度计法;压实试验根据土料粒径粗细状况分别采用相对密度试验和击实试验^[4-8]。击实试验又分为轻型击实试

验和重型击实试验 2 种方法。轻型击实试验适用于粒径小于 5 mm 的粘粒土,其单位体积击实功能为 592.2 kJ/m^3 ;重型击实试验适用于粒径小于 20 mm 的土,其单位体积击实功能为 $2\,684.9 \text{ kJ/m}^3$ 。相对密度是粗粒土紧密程度的指标,适合于粒径小于 60 mm 的能够自由排水的无粘性土。最大干密度是在振动台采用干土振动试验法取得,试验振动 8 min;最小干密度试验采用干土人工松填法。

3 颗粒级配试验结果及分析

沿着渭河流域从上游到下游,即从宝鸡、岐山、眉县、扶风、杨凌、武功、渭南,试样颗粒粒径从大到小,从上游到下游分别为卵石组、粗粒组到细粒组,其平均的颗粒级配曲线见图 1。由图 1 可以看出,武功是一个粗细粒土的转折段。

粗料含量、细料性质相同的粗粒土,随着最大粒径、不均匀细数等颗粒组成特性指标的不同,在同一压实功能下的干密度也不同,反映出不同的压实特性。在粗料含量、细料性质不变的情况下,干密度随最大粒径、加权平均粒径、不均匀系数等的增大而增大。因为最大粒径增大,粗粒土的粒径增多,颗粒组成中粒径的范围扩大,不均匀系数增大,大小颗粒相互填充充分,则干密度增大。鉴于渭河流域堤防填筑的材料粗细颗粒的变化,有必要对其填筑时的控制标准进行研究。

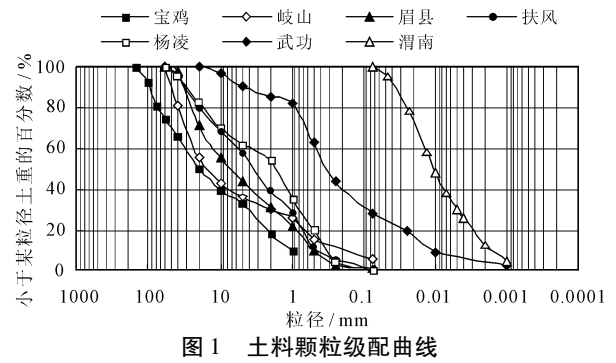


图 1 土料颗粒级配曲线

4 相对密度、击实试验结果及分析

4.1 相对密度试验结果及分析

将沿渭河流域从宝鸡到杨凌自上游到下游各处相对密度试验所得的最大干密度和最小干密度均分别放到散点图中,分别见图 2 和图 3。由图可见无论颗粒粗细,其最大干密度和最小干密度随着小于 5 mm 粒径含量的变化都是先增大后减小,且其变化趋势基本相同。均在小于 5 mm 含量为 30% ~ 40% 时,最大干密度和最小干密度出现最大值。

分析产生这种变化趋势的原因:图 2 中产生原因主要是同样体积的细料比粗料重量小,粗料增加引起干密度增大;当小于 5 mm 含量在 60% ~ 70% 时,粗料颗粒有局部接触,开始起骨架作用,细料又能填充孔隙,两者相互充填和紧密接触,密度随着粗料含量的增大而增加;当小于 5 mm 含量在 30% ~ 40% 时,密度达到最大值,此时粗料含量最优,若粗料再增加,则细料不足以填满孔隙,因而密度随之减小。同时,因为粗料骨架承担了外力,处于粗料孔隙中的细料得不到压实,这也是密度减小的原因之一。

图 3 的分析结果:当小于 5 mm 粒径的含量在 35% ~ 40% 时土料中粗颗粒粒径的土粒含量较为适中,可以作为土料的骨架结构,而细颗粒土则正好可以填充在这些骨架的空隙处,松填效果也可以达到最好;当小于 5 mm 粒径含量小于 35% ~ 40% 或大于 35% ~ 40% 时,最小干密度将会变小,此时是由于细颗粒土较少或者过多。当细粒土含量较少时,作为骨架的粗颗粒土之间的空隙不能被细粒土填满,这使得颗粒之间有空隙,故不能达到较好的填筑效果;当细粒土含量过多时,作为骨架的粗颗粒土之间的空隙已被填满,而细粒土还有剩余,剩余的细粒土没有粗颗粒土作为骨架,故其亦不能达到较好的填筑效果。

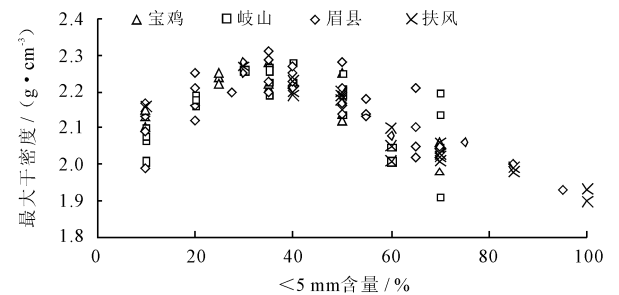


图 2 相对密度试验最大干密度变化图

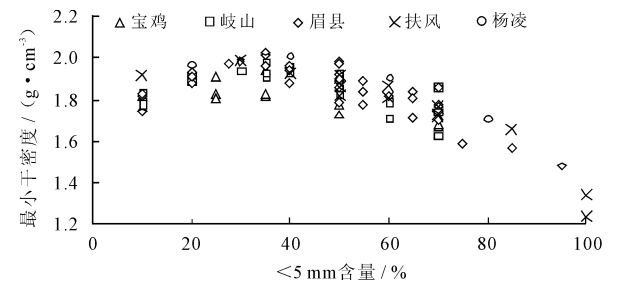


图 3 相对密度试验最小干密度变化图

另外依据参考文献[9],二级堤防填筑的相对密度可取 0.65,这时将沿渭河流域从宝鸡到杨凌 5 处相对密度试验所得的最大干密度和最小干密度分别计算出 0.65 相对密度所对应的干密度值,并将当

地的相同粒径含量的试验结果取平均值,其结果见图 4。

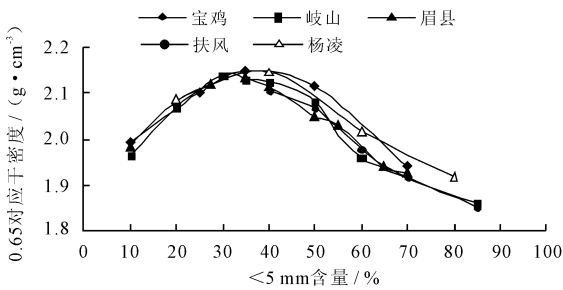


图 4 相对密度为 0.65 对应的干密度值

由图 4 可见,无论宝鸡还是杨凌,其 0.65 对应的干密度随着小于 5 mm 粒径含量的变化都是先增大后减小,且其变化趋势基本相同。均为小于 5 mm 含量在 30% ~40% 时,最大干密度和最小干密度出现最大值。在小于 5 mm 含量小于 30% 时,5 个地方的线基本重合,而在小于 5 mm 含量大于 40% 时曲线才有区别。

其原因是同一流域的粗料和细料的基本物理性质是一致的,当小于 5 mm 粒径的含量小于 35% 时,试样中粗颗粒作为土料的骨架结构,而细颗粒土则起填充骨架空隙的作用,所以 5 个地方数值基本重合;而当小于 5 mm 粒径的含量大于 40% 时,试样中作为土料骨架结构粗颗粒以及起填充作用的细颗粒组合作用就要复杂的多,粗细颗粒的形状、结构均会

影响到压实的效果,因此表现为线性分离。

由于武功段的粗细颗粒含量变化较大,对能够自由排水的含粗料多的试样采用相对密度试验,共有样本 6 组,平均试验结果最大干密度为 1.95 g/cm³,最小干密度约为 1.46 g/cm³,其控制干密度约为 1.79 g/cm³。

4.2 击实试验结果及分析

对于武功段的细颗粒含量变化较大,不能够自由排水的试样采用击实试验,结果见图 5。由图可见武功段的粗细颗粒含量变化较大,击实试验结果变幅也较大,干密度值在 1.62 ~ 1.97 g/cm³ 之间,平均 1.79 g/cm³。

渭南的土样颗粒较细,依据规范要求采用击实试验确定其结果见图 6。依据设计规范要求,压实系数取 0.96,根据击实试验得到的最大干密度乘以压实系数,即可得到该地的最大干密度控制值。由控制标准得到该地的 0.96 压实系数下的干密度平均值为 1.66 g/cm³。

4.3 渭河中下游流域填筑标准分析

由上述的相对密度和击实试验结果,可以得到渭河流域各地段的平均最大干密度和最小干密度,并可知道各段干密度的取值范围,由各段平均最大干密度和最小干密度可以得到沿渭河流域干密度的变化趋势图和渭河流域各地干密度控制标准,其结果如下图 7 和表 1。

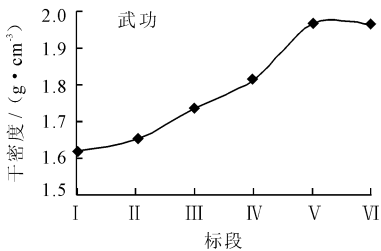


图 5 武功击实控制标准

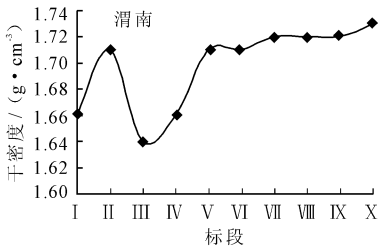


图 6 渭南最大干密度

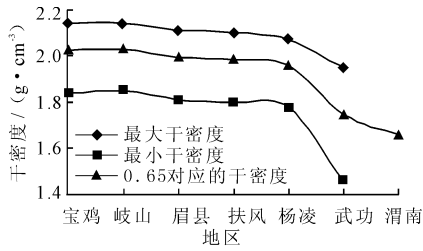


图 7 沿渭河流域干密度分布情况

由图 7 和表 1 可以看出,沿着渭河流域自上游到下游的最大干密度和最小干密度均呈减小趋势。武功段是粗细颗粒变化较大的地段,由图可见其干密度值降低比较显著。同时从图中可以看出各段干密度的控制标准范围值,即图中 0.65 所对应的干密度或 0.96 对应的干密度值,此值可在堤防填筑时参考。

5 结 语

(1)根据颗粒级配试验可知沿渭河流域各段的

颗粒分布情况,由于上游和下游粒径较集中,其级配情况较差,而中间部分的级配情况较好;根据相对密度试验可知,沿着渭河流域自上游到下游(宝鸡 - 渭南)的最大干密度和最小干密度逐渐减小。因此沿着渭河流域,从砾类组到砂类组再到细类组,由于粒径变细导致最大干密度和最小干密度也在降低。

(2)小于 5 mm 粒径含量的变化会引起相对密度的变化,试验发现,当小于 5 mm 粒径含量在 35% ~40% 时,土样的最大干密度和最小干密度达到最大值,此时的压实效果最好,由于堤防填筑一方面工

表 1 渭河流域各地干密度控制标准

g/cm³

地区	最大干密度			最小干密度			0.65 对应 的干密度	0.96 对应 的干密度
	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	最小值		
宝鸡	2.27		2.00	1.92		1.76		
		2.14			1.84			
岐山	2.25		2.03	1.93		1.78		
		2.14			1.85			
眉县	2.26		1.95	1.95		1.65		
		2.11			1.81			
扶风	2.21		1.99	1.93		1.67		
		2.10			1.80			
杨凌	2.18		1.97	1.91		1.66		
		2.07			1.78			
武功相对密度试验		1.95			1.46		1.75	
武功击实试验		1.79						1.72
渭南击实		1.73						1.66

程用料量巨大,另一方面是就地取材,很难控制小于 5 mm 粒径的含量,所以进行标准试验时一组试验结果不能满足实际需求,要尽量配置几组不同的小于 5 mm 粒径的含量进行试验,检测时可以参照标准针对实际检测的结果进行相应的评定。使其满足相对应的干密度值。

(3)从武功段开始,土料的变化较大,采用相对密度试验或击实试验要慎重,因为两种试验方法的机理不同试验结果也有差异,必要时可进行碾压试验综合确定控制标准值;另外施工中应控制好含水率的范围,这样在填筑过程中可以在一定的压实功下达到一个较好的压实效果。

(4)在施工中应严格依照规范,一旦遇到填筑料与试验土料不同时,须重新进行试料试验,试验所用土料粒径过大时,会发生室内试验标准与现场检测结果出入较大的情况,此时应以超粒径进行修正后的值或者现场碾压试验结果作为控制标准。

参考文献:

[1] 黄文熙. 土的工程性质[M]. 北京:水利电力出版社,

1983.
[2] 许惠德,马金荣,姜振泉. 土质学与土力学[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,1995
[3] 中华人民共和国水利部. SL237 - 1999. 土工试验规程[S]. 中华人民共和国水利行业标准. 北京:中国水利水电出版社,1999.
[4] 郭凯玥. 土工击实试验方法中几个常见问题分析[J]. 甘肃科技,2010,26(6):134 - 136.
[5] 郭林涛,张 龙. 水利水电工程粗颗粒土相对密度试验与应用研究[J]. 水利与建筑工程学报,2010,8(4):155 - 158.
[6] 夏德春. 无黏性土压实标准及其应用中的几个关键问题[J]. 水利水电施工,1996.
[7] 钱家欢,殷宗泽. 土工原理与计算[M]. 北京:中国水利水电出版社,1996.
[8] 中华人民共和国水利部. SL239 - 1999,堤防工程施工质量评定与验收规程[S]. 中华人民共和国水利行业标准. 北京:中国水利水电出版社,1999.
[9] 中华人民共和国水利部. GB50286 - 2013,堤防工程设计规范[S]. 中华人民共和国水利行业标准. 北京:中国计划出版社,2013.