

□ 建筑材料

恩施许家坪机场基层混合料配合比的设计

吴松桂

[文摘] 恩施许家坪机场场道基础由两层组成。底基层厚150毫米,用粒径小于100毫米的砂砾料填筑。基层厚200毫米,拟用砂砾料、红砂土和石灰组成的混合料填筑。要求混合料的密度 ρ_d 大于2.30克/立方厘米,回弹模量 $E_{0.4}$ 大于110兆帕。通过碾压试验和理论分析,得出了一组带有一般性的 ρ_d 与有关参数的曲线。根据这组曲线确定许家坪机场基层混合料的配合比为砂砾石:红砂土:石灰=1:0.032:0.035。所选配合比已付诸实用。场道基层的实测结果为: ρ_d 为2.30克/立方厘米到2.42克/立方厘米, $E_{0.4}$ 为115兆帕到414兆帕,两者均满足设计要求。

[主题词] 基础处理 混合材料 碾压试验 湖北 许家坪机场

1 前言

恩施许家坪机场,跑道长2 000 m,宽45 m,道面交通等级,按“特重—重型”级设计。

土基以上、混凝土道面以下的结构层由柔性底基层和半刚性基层组成。底基层用粒径小于100 mm的当地天然砂砾料填筑,厚150 mm。基层厚200 mm,原设计采用二灰碎石,为节省投资,后改用当地材料,由泥、灰结砂砾料构筑。设计要求:基层密度 $\rho_d \geq 2.30$ g/cm³,顶面回弹模量 $E_{0.4} \geq 110$ MPa。

为了查明是否满足设计要求,按拟定配合比对这种基层材料进行了碾压试验。第1次试验成果表明, $\rho_d \geq 2.08$ g/cm³, $E_{0.4} = 100$ MPa,与设计要求有一定差距。改变配比进行了第2次试验。根据第2次试验成果和理论分析,最终确定其配比为:砂砾料:红砂土:石灰=1:0.032:0.035。工程实践表明,其密度和回弹模量均满足设计要求。

本文主要介绍确定配比的方法。

2 基层混合料的组成及其试验成果

(1) 主料砂砾石:最大粒径100 mm,粒径小于5 mm颗粒的含量(P_5)占15%~

25%,平均 P_5 为20%。

(2) 掺合料红砂土:最大粒径小于0.5 mm,粒径小于0.1 mm颗粒的含量为16%~24%,塑性指数 $I_p = 9 \sim 12$ 。

(3) 掺合料石灰:当地产,用量为砂砾石的5%和7%。

混合料试验所用的配比见表1。

表1 基层混合料试验所用配比

石灰用量(%)	混合土的 P_5	
	35%	30%
5	1:0.18:0.05	1:0.09:0.05
7	1:0.16:0.07	1:0.073:0.07

注:配比为砂砾料:红砂土:石灰。

用17 t碾压机进行碾压,碾压遍数分8遍、10遍和12遍三种,碾压试验场共分12区。碾压10遍区、12遍区和部分底基层(砂砾石)的实测密度列于表2。试验成果表明:配比为1:0.09:0.05,碾压12遍,密度 $\rho_d = 2.31$ g/cm³,碾压10遍区, $\rho_d = 2.24 \sim 2.27$ g/cm³,前者达到设计指标,后者略低于设计指标。其他配比均不满足要求,且相差甚远。下沉量观测表明,碾压10遍,全部测点的观测值均已稳定。

表2 基层碾压试验和底基层填筑后密度检测成果

试验区号	混合土配比 (砂砾:土:石灰)	碾压 遍数	测点 编号	设计 $P_s(\%)$	实测 $P_s(\%)$	实测密度 $\rho_d(g/cm^3)$	备 注
12	1:0.073:0.07	12	12-1	30		2.17	
			12-2	30		2.15	
7	1:0.09:0.05	10	7-1	30	35.0	2.27	
			7-2	30	34.6	2.24	
11	1:0.09:0.05	12	11-3	30	37.0	2.31	有超径石一个
			11-4	30	33.1	2.31	
10	1:0.16:0.07	12	10-2	35	42.1	2.10	
9	1:0.18:0.05	12	9-1	35	46.6	2.12	
			9-2	35	49.6	2.27	
碾压区外	纯砂砾料	12	外1		27.4	2.32	有超径石一个
			外2		20.0	2.33	有超径石二个
跑道底基层 部分测点	纯砂砾料		1		21.0	2.32	
			2		18.0	2.31	
			3		22.0	2.32	
			4		22.6	2.33	
			5		26.5	2.33	

3 密度与混合料 P_s 的关系

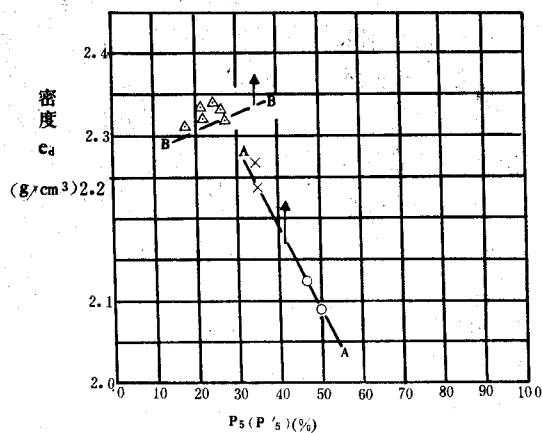
3.1 实测资料分析

表2表明,实测的 P_s 与设计的 P_s 相差较大,一般大于设计值的3%~15%。影响因素既有红砂土、石灰用量的误差,也有砂砾石中 P_s 的离散差,以及拌和不均匀等。图1系表2资料的点绘曲线。

图中B-B线以上的测值系纯砂砾石的压实成果,当 $P_s=20\%$ 时,其密度 $\rho_d \geq 2.30 g/cm^3$ 。A-A线以下的测值为混合料的碾压试验成果,当砂砾石料的 $P_s=20\%$ 时,若 $P_s < 30\%$,混合料的密度 $\rho_d \geq 2.28 g/cm^3$;若 $P_s > 30\%$,则 $\rho_d < 2.28 g/cm^3$,并随着土、灰用量的增加而显著降低。至于 $P_s > 20\%$ 以后, P_s 的上限应取何值,本次碾压试验成果难以作出结论。

3.2 密度与 P_s 关系的拓展分析

前节通过图1,粗略地分析了 ρ_d 与 P_s 的关系,但它是局限于砂砾石料 $P_s=20\%$ 这一条件的。此节在图1的基础上试图作一扩展分析,图2和图3是这一分析的结果。

图1 砂砾石混合料压实密度 ρ_d — P_s 的关系

3.2.1 砂砾石料的 ρ_d — P_s 关系

据某工程的有关实验研究,对于粗粒料的压实特性,其最大密度一般出现在 $P_s=35\%$ 附近。这里取 $P_s=35\%$,当 P_s 值增大时,密度将明显降低,如 $P_s=100\%$,其密度降至 $\rho_d=1.90 g/cm^3$ 左右。许家坪机场所用砂砾石料的试验结果表明,当 $P_s=100\%$ 时, $\rho_d=1.93 g/cm^3$,把 $P_s=35\%$ 和 100% 两者相应的 P_s 试验值近似地用直线连接,则机场所用砂砾石料的 ρ_d — P_s 的关系曲线被确立,即

图 2 中 B—O—B' 折线(BO 线段全为实测)。混合料的 ρ_d — P_5 关系曲线一般都落在 B—O—B' 折线的左下方,这一区就是混合料压实密度可能存在的范围。

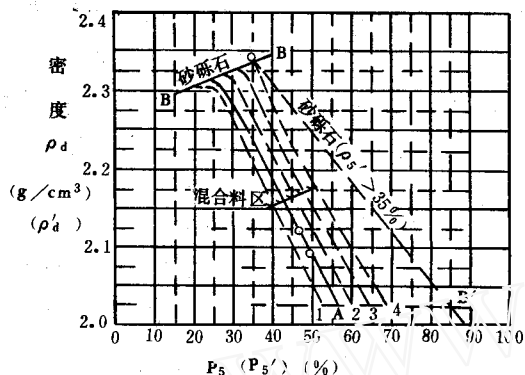


图 2 混合土密度分析图

3.2.2 混合料密度的变化规律

这里说的混合料,系指在含有粒径小于 5 mm 的颗粒的一定含量的砂砾石中,掺入部分细粒料的混合料。掺细粒料的目的系让其充填砂砾石的部分孔隙,增大它的压实密度,改善它的工程性质。许家坪机场附近的红砂岩土,基本上无粘性,混合料强度的获得主要依赖石灰的胶结力。但石灰的比重 $G_s = 2.2$,因此石灰掺量不宜过多,过多将降低混合料的密度。

根据混合料的配合比设计,可建立下面的关系式:

$$P_5 = \frac{P'_5 + W}{1 + W} \quad (1)$$

或

$$W = \frac{P_5 - P'_5}{1 - P_5} \quad (2)$$

式中: P_5 ——混合料中,粒径小于 5 mm 颗粒的含量(%)

P'_5 ——砂砾石中粒径小于 5 mm 颗粒的含量(%)

W ——灰、土掺量占砂砾石量的百分数(%)

掺入的灰和土,其中一部分充填砂砾石的孔隙,这可增大混合料的密度;另一部分,

既增大了混合料的重量,也增大了它的体积,这使总体密度降低。若前者占主导地位,则密度提高,否则密度降低。据此,可建立混合料密度 ρ_d 的计算式:

$$\rho_d = \frac{\rho'_d(1 + W)}{1 + \Delta V} \quad (3)$$

式中:

ρ_d ——混合料的压实密度;

ρ'_d ——砂砾石的压实密度,随 P'_5 而变;

ΔV ——灰、土加入后,混合料单位体积的体积增量。

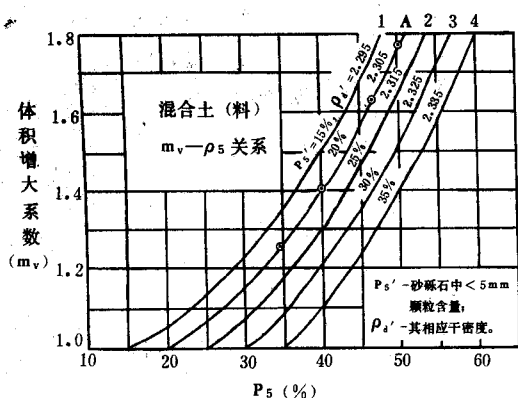
令 $m_v = 1 + \Delta V$, m_v 为体积增大系数,代入(3)式有:

$$m_v = \frac{\rho'_d(1 + W)}{\rho_d} \quad (4)$$

利用(4)式和图 1 中的资料可以作出 m_v 与 P_5 的关系曲线,见图 3。具体作法是:在图 1 的 B—B' 上找出相应 $P'_5 = 20\%$ (前已指出,图 1 中的 A—A' 线是在 $P'_5 = 20\%$ 的条件下作出的)的 $\rho'_d = 2.305 \text{ g/cm}^3$,然后假定 1 个 P_5 值,在图 1 中的 A—A' 线上找出相应的 ρ_d 值,把所得的 ρ'_d 、 ρ_d 和利用(2)式算得的 W 值代入(4)式即可求出 m_v ,见表 3。把表 3 的结果点成曲线则得到图 3 中的曲线 A。图 3 中其他 1、2、3、4 线是类似求出的。由图 3 可查出 P'_5 为某一值的条件下相应于不同的 P_5 值的 m_v 值,然后再通过(2)、(4)式则可确定混合料 ρ_d 与 P_5 的一组关系曲线,如图 2 中 1~4 线。

表 3 砂砾料 $P'_5 = 20\%$ 时混合土碾压试验成果分析

混合料 P_5 (%)	混合料中灰 土掺量的百 分比 W (%)	实测密度 ρ_d (g/cm³)	体积增大 系数 m_v
50.0	60.0	2.09	1.765
46.6	49.8	2.12	1.625
34.6	22.3	2.24	1.258
40.0	33.3	2.18	1.409
30.0	14.0	2.285	1.150
25.0	6.7	2.314	1.063

图 3 体积增大系数与 P_s 的关系

为满足设计密度 $\rho_d \geq 2.30 \text{ g/cm}^3$, 可由图 2 得出:

当砂砾石料的 $P_s' = 15\%$, 混合料的 P_s 不应大于 25% ; 当砂砾料中的 $P_s' = 20\%$, 混合料的 P_s 不应大于 27% ; 当砂砾料中的 $P_s' = 25\%$, 混合料的 P_s 不应大于 32% ; 当砂砾料中的 $P_s' = 30\%$, 混合料的 P_s 不应大于 35% 。因此, 灰、土总重在混合料中占 $5\% \sim 10\%$ 为宜。

4 混合料配合比的最终选定

当地砂砾石料的级配组成, P_s' 一般为 $15\% \sim 30\%$, 以 $15\% \sim 25\%$ 居多, 平均为 20% 。泥灰结砾石按规范要求, 石灰用量不低

于 3.0% 。经研究, 最终选定砂砾石: 红砂土: 石灰 $= 1: 0.032: 0.035$ 。灰、土总量为砂砾石的 6.7% 。经验核, 当砂砾石的 $P_s' = 15\% \sim 30\%$ 时, 混合土料的 P_s 为 $20.3\% \sim 34.4\%$, 符合前节分析结论。

配比确定后, 首先应用于停机坪基层, 表 4 为场道基层的实测成果。表 4 表明: 密度 $\rho_d = 2.30 \sim 2.42 \text{ g/cm}^3$, 回弹模量 $E_{0.4} = 115 \sim 414 \text{ MPa}$, 两个指标都达到或超过设计要求。可以认为本文提出的方法是具有实用价值的。

表 4 基层填筑密度、 ρ_d 顶面
回弹模量 $E_{0.4}$ 检测成果表

工程部位	ρ_d 测数	P_s (%)	ρ_d (g/cm^3)	$E_{0.4}$ (MPa)
北防吹坪	1	27.2	2.38	136~212
跑道	38	21.3~34.6	2.30~2.40	115~414
南防吹坪	2	31.2~35.0	2.37~2.42	/
站坪	9	26.2~34.9	2.33~2.40	115~281
联络道	2	21.2~27.6	2.35~2.38	/

[作者简介]

吴松桂 男 长江科学院土工所 高级工程师
湖北省武汉市 430010

(收稿日期: 1994-09-24 编辑: 车友宜)

· 三峡工程建设动态 ·

长委三峡工程监理部首期施工质量 控制研讨班在三峡工地举行

1995 年是三峡工程的第一年, 是全面完成一期工程和二期工程作准备以及 1997 年实现大江截流的关键一年。为了实现今年工程施工进度目标, 做到三峡工程在施工质量上一定要确保万无一失, 长委三峡工程监理部开展 1995 质量年活动。

1995 年 3 月 10 日至 14 日, 该监理部首期施工质量研讨班在三斗坪举行。研讨班由监理部主持, 下属各监理处、室的正副处长和总工程师及三级监理以上干部参加了本次研讨学习。

研讨班通过学习工程施工质量控制有关细则、规程以及水利水电工程建设监理标准表格格式使用和管理办法, 结合各项目处室在 1994 年的工程实践

中和当前工程建设的迫切需要, 就如何完善监理内部质量体系, 督促检查施工承包单位自身的质量控制和监督体系, 明确今年各项工程施工质量目标与控制重点, 加强单元工程施工质量检验与开工(仓)签证过程与管理等内容, 以项目处室分组进行了讨论和研究, 并在大会上进行交流。

监理部根据研讨内容和目前工程建设实际情况, 指出监理部在工程全过程全方位的控制型监理工作中力度和深度还不能满足三峡工程建设的需要, 要求各项目处室加强和深化施工质量控制手段, 进一步完善监理内部管理制度, 按合同要求建立质量保证体系和监理体系, 促进以工序过程和单元工程为基础的标准化、程序化、量化的全过程的监理质量控制水平的提高。对研讨的各项内容, 根据讨论结果监理部形成文件, 在质量控制工作中贯彻落实。

(本刊通讯员 车 惠)

Mix proportion design of mixture for an airport foundation

Wu Songgui

[Abstract] The runway foundation of Xujiaping Airport located at Enshi city, Hubei province, consists of both 150 mm thick bottom base layer of sand gravel less than 100 mm in size and 200 mm thick base layer of mixture composed of sand gravel, red sand soil and lime. It is required that the density of mixture, ρ_d , must be more than 2.3 g/cm^3 , with its rebound modulus, $E_{0.4}$, more than 110 MPa. A set of general curves of ρ_d versus parameters concerned were obtained by roller compaction test and theoretical analysis. By means of these curves, the mix proportion of mixture for the Xujiaping Airport foundation is selected as sand gravel : red sand soil : lime equal to $1 : 0.032 : 0.035$. The results obtained by observing the runway foundation constructed on the basis of selected mix proportion show that ρ_d ranges from 2.30 to 2.42 g/cm^3 , with $E_{0.4}$ ranging from 115 to 414 MPa. They all meet respective design requirements.

[Subject words] Foundation treatment Mineral admixture Rolling test Hubei Xujiaping

Survey of eutrophication status in Poyang Lake

Lu Lanjun

[Abstract] In order to find out the conditions of water eutrophication in the Poyang Lake, surveys were conducted on its water quality during May 16 to June 30, 1992 normal flow period and January 5 to February 4, 1993 low flow period. Survey results show that during normal flow period, the water quality in the lake area of 11.1% is eutrophic, and in the lake area of 77.8% and 60% estuary sections of rivers running into the Poyang lake medium—eutrophic; during low flow period, 25% lake area eutrophic, and 75% lake area and 66.7% estuary section medium—eutrophic; among estuary sections, in the southern branch of Ganjiang River and the eastern branch of Xinjiang River, and in the lake area between Sheshan and Duchang, there are higher nutrient contents, mainly including T-P , T-N , $\text{NO}_3\text{-N}$ and $\text{NH}_4\text{-N}$. However, in view of current general status of water quality, in the estuary sections and the lake area, and around the habitat of migratory birds, the quality of water is medium—eutrophic during normal and low flow periods. The corrective measures are suggested as follows: to establish the water resources protection agency for Poyang Lake so as to unitizedly manage the development, monitoring, protection and legislation for water resources; to strengthen the further research; to control the pollutant discharges from the cities located along five rivers running into Poyang lake; to control the soil and water loss in the Poyang Lake district to relieve the impact of nutrients in the runoff on the quality of water in the Poyang Lake.

[Subject words] Eutrophication Survey Poyang Hu