

浆砂比在碾压混凝土配合比设计中的作用

杨 林 陈学理 帖娅丽

(岩土工程与材料科学研究院)

〔摘要〕 碾压混凝土用水量和胶凝材料用量都很低,但为保证混凝土的泛浆效果,混凝土中的浆体量要充足,为此,在碾压混凝土配合比设计中引入了“浆砂比”参数。介绍了浆砂比的概念,浆砂比对混凝土性能的影响,并通过工程案例介绍了保证浆砂比的措施。

〔关键词〕 浆砂比 碾压混凝土 配合比设计 石粉 微细颗粒

1 引言

碾压混凝土施工通常采用薄层通仓浇筑,靠坝体自身防渗,配合比设计应满足大坝层间结合的要求,碾压要以全面泛浆为标准。与常态混凝土相比,碾压混凝土拌合物性能被放在更为重要的地位。碾压混凝土用水量和胶凝材料用量都很低,但为保证混凝土的泛浆效果,混凝土中的浆体量要充足,这种情况下,微细颗粒含量不足时,往往导致混凝土体系中的浆体量不足。

大量研究资料表明,配制碾压混凝土时,微细颗粒用量对混凝土拌合物性能有重要影响,甚至决定了混凝土的可碾性和泛浆效果。现在的观点认为,0.08 mm以下微石粉已成为碾压混凝土的必须组分,与水泥和掺合料一起形成碾压混凝土的胶凝材料,胶凝材料与水、砂混合后形成混凝土的浆体。

近年来,在碾压混凝土配合比设计中引入了“浆砂比”参数^[1-2]。实践证明,浆砂比是碾压混凝土配合比设计的重要参考指标。本文通过试验研究和工程案例,介绍了浆砂比的概念,浆砂比对混凝土性能的影响以及保证浆砂比的措施。

2 碾压混凝土配合比设计的重要参数—浆砂比

水胶比、砂率和用水量是常态混凝土配合比设计的三大基本参数。与常态混凝土相比,碾压混凝土的用水量和胶凝材料用量大为降低,灰浆量降至

最低。碾压混凝土同样符合以下原理:灰浆包裹细骨料形成砂浆,并尽可能地填满细骨料间的孔隙,砂浆包裹粗骨料,并填满粗骨料间的孔隙,形成均匀密实的混凝土。

碾压混凝土拌合物在振动碾的振动和动压力作用下,胶凝材料浆体发生液化而具有一定的流动性。固相颗粒位置得到重新排列,颗粒之间产生相对位移,彼此接近。小颗粒被挤压填充到大颗粒之间的空隙中,空隙里的空气受挤压而逐渐逸出,拌合物逐渐密实。如果灰浆量不足,碾压混凝土拌合物干涩,骨料裹浆差,粗骨料分离严重,在碾压过程中大颗粒之间的空隙不能被有效填充,难以碾压密实,硬化后混凝土蜂窝麻面多,层间结合差。

为保证碾压混凝土的可碾性和泛浆效果,近年来针对碾压混凝土提出了浆砂比的概念。浆砂比是灰浆(水+胶凝材料+0.08 mm微粒)体积与砂浆(水+胶凝材料+砂)体积的比值。浆砂比是碾压混凝土配合比设计极为重要的参数之一,具有与水胶比、砂率、用水量等同等重要的作用。根据近年来我国的碾压混凝土筑坝经验,碾压混凝土的浆砂比不宜低于0.42。在进行碾压混凝土配合比设计时,应对此参数进行校核。

3 浆砂比对混凝土性能的影响

为研究浆砂比对碾压混凝土性能的影响,采用不同石粉含量的人工砂配制碾压混凝土,配合比参数和工作性见表1,碾压混凝土拌合物Ve值试验振

动泛浆对比见图1。编号WL3.4代表人工砂0.08 mm以下微粒含量为3.4%,对应的石粉含量为11.3%,WL11.3代表微粒含量为11.3%,对应的石粉含量为19.2%,编号最后的数字为水胶比。试验结果表明,WL3.4-0.50组由于微细颗粒含量偏少,配合比的浆砂比偏低,只有0.40,不满足大于0.42的要求,导致混凝土工作性一般,V_c值偏大。在相同的振动时间下,混凝土泛浆困难,浆体不能完全填充骨料之间的空隙,不利于层间结合和硬化混凝土

性能。相比之下,WL11.3组微细颗粒含量适中,配合比的浆砂比为0.45,满足大于0.42的要求,混凝土的工作性良好,V_c值较低,泛浆比较理想。需要指出的是,在混凝土强度等级较高,水胶比较小的情况下,由于胶凝材料用量大,微粒含量对混凝土的浆砂比不再具有决定作用。例如WL3.4-0.40组由于胶凝材料用量加大,尽管石粉含量偏低,但浆砂比仍然满足大于0.42的要求,混凝土工作性良好。

表1 碾压混凝土配合比参数与工作性成果表

编号	水胶比	减水剂 (%)	引气剂 (%)	砂率 (%)	粉煤灰 (%)	每立方米混凝土材料用量 (kg)								Vc 值 (s)	工作性	浆砂比
						水	水泥	粉煤灰	人工砂	碎石		减水剂	引气剂			
										5-20 mm	20-40 mm					
WL3.4-0.40	0.40	1.20	0.20	38	50	99	124	124	729	535	654	2.98	0.4960	8.0	良好	0.43
WL3.4-0.50	0.50	1.20	0.16	39	50	102	102	102	765	538	658	2.45	0.3264	8.8	一般	0.40
WL11.3-0.50	0.50	1.20	0.20	39	50	102	102	102	765	538	658	2.45	0.4080	4.3	良好	0.45



图1 碾压混凝土拌合物振捣泛浆对比

4 调节碾压混凝土浆砂比的措施与工程案例

对碾压混凝土来说,良好的施工性能是保证硬化混凝土性能的基础,其重要程度甚至超过水胶比等参数。为满足合适的浆砂比,微细颗粒不局限在人工砂中的石粉的范畴中,根据我国的工程实践经验,粉煤灰、石灰岩石粉、玄武岩粉、磷矿渣粉、凝灰岩粉、铁矿渣粉等也可作为微细颗粒内掺或外掺到混凝土中,使浆砂比满足要求。

(1)粉煤灰代砂。当人工砂或天然砂中微细颗粒含量不足时,配合比设计时可以采用粉煤灰代替部分砂,提高混凝土中的微细颗粒含量,提高浆砂比。光照水电站即是一例^[1]。光照水电站碾压混凝土采用石灰岩人工骨料,人工砂采用湿法生产,致使0.08 mm以下微粒大量随水流失,石粉含量仅有7%~13%,混凝土浆砂比只有0.35。碾压试验后,对混凝土进行钻孔取芯,芯样层间结合缝面痕迹明

显,外部有蜂窝麻面,效果欠佳。对配合比进行优化调整,采用粉煤灰代替4%的人工砂,把浆砂比提高到0.44,同时适当降低混凝土的V_c值,仓面碾压混凝土液化泛浆充分,可碾性、层间结合良好。芯样表面光滑致密,层间结合无法辨认,效果良好。

(2)石粉代砂。当人工砂或天然砂中微细颗粒含量不足时,配合比设计时也可以采用石粉代替部分砂,以提高体系中微细颗粒含量。以新疆喀拉塑克水利工程为例对此进行说明^[1]。喀拉塑克大坝碾压混凝土细骨料为戈壁滩开采的天然砂,水洗去掉含泥后小于0.16 mm的颗粒极少,导致碾压混凝土工作性差,无法满足液化泛浆的要求。经论证,采用小于0.08 mm的石粉等量代替8%的天然砂,一方混凝土石粉掺量约29 kg/m³,混凝土浆砂比由0.40提高到0.42,新拌混凝土工作性好,液化泛浆快,混凝土密实性得到明显改善。

(3)石粉代粉煤灰。当人工砂中微粒含量过高时,浆砂比过高,混凝土拌合物的V_c值增大,浆体过于黏稠,碾压难度增大,混凝土需水量增大。如果采用水洗或风选处理掉,不仅会造成人工砂中大量的微粒的损失,还将大幅增加生产成本。这种情况下配合比设计时可以考虑采用人工砂中超标的石粉部分代替粉煤灰。配合比设计时直接将超出标准部分的石粉视为胶凝材料,粉煤灰用量等量减少,补充等量的人工砂。这样一来,人工砂的石粉含量满足规范要求,同时也降低了活性掺合料的用量。这方面

(下转第44页)

(上接第 26 页)

具有代表性工程有百色水利枢纽工程辉绿岩石粉代替粉煤灰^[3]、马来西亚洙若水电站砂岩石粉代替粉煤灰^[4]等。洙若水电站料场砂岩呈微弱风化状态,细骨料石粉含量高达 27%,经研究论证,可利用占砂质量的 3%~5%的石粉代替粉煤灰,约合 20~30 kg/m³,混凝土拌合物的性能和硬化混凝土力学性能、变形性能和耐久性能没有显著下降,满足设计要求。

5 小结

浆砂比的提出丰富了碾压混凝土配合比设计理论,对浆砂比进行校核有利于保证碾压混凝土浆体充足和良好的层间结合。工程实践证明,紧紧围绕

混凝土中的微细颗粒,具有多种措施可以调节混凝土的浆砂比。目前针对浆砂比的研究还不是很充分,浆砂比的范围值仍然需要进一步研究确定。

参考文献

- [1] 田育功.碾压混凝土快速筑坝技术[M].北京:中国水利水电出版社,2010.
- [2] 马来西亚洙若项目建设部试验室.马来西亚洙若水电站混凝土施工配合比设计试验最终报告.2011.
- [3] 席皓,武斌忠,王保法,等.碾压混凝土研究与工程实践[M].北京:中国水利水电出版社,2015.
- [4] 王立华,杨永民,刘佳,等.人工砂碾压混凝土配合比设计研究[J].混凝土,2013(10),124-127.