

浅谈寒武系砂岩自加工碎石、机制砂在低标号混凝土工程实体中的应用

Discussion on self processing Crushed Stone and manufactured sand of Cambrian sandstone Application in low grade concrete engineering entity

祝卫星

Weixing Zhu

中交一公局第四工程有限公司 中国 · 广西 南宁 530033

The Fourth Engineering Co., Ltd. of CCCC First Engineering Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530033, China

摘要:用寒武系砂岩作为母材加工的碎石、机制砂拌和的混凝土,由于需水量大,混凝土和易性、保坍性能难以有效解决,一直以来未被广泛用于混凝土原材料。本文结合寒武系砂岩岩性特点,从影响混凝土性能和强度的关键因素:机制砂含水量与小于 0.075mm 含量关系、速凝剂掺量与水胶比对强度的影响、砂率对抗压强度的影响等进行系统分析,成功调配出性能优良、强度满足规范要求的低标号混凝土,为后续混凝土原材料的选择提供一定的借鉴意义。

Abstract: the concrete mixed with crushed stone and machine-made sand processed with Cambrian sandstone as base material has not been widely used as raw material of concrete due to its large water demand, difficult to solve its workability and slump resistance. Combined with the lithologic characteristics of Cambrian sandstone, this paper systematically analyzes the key factors affecting the performance and strength of concrete: the relationship between the water content of manufactured sand and the content less than 0.075mm, the influence of the dosage of accelerator and the water binder ratio on the strength, and the influence of sand ratio on the compressive strength, etc. the low-grade concrete with excellent performance and strength meeting the specification requirements is successfully prepared, which can be used as the raw material for the follow-up concrete It can be used for reference.

关键词:寒武系;砂岩;自加工;低标号;混凝土;工程实体;应用

Keywords: Cambrian sandstone self processing low grade concrete engineering entity application

DOI: 10.36012/etr.v2i10.2805

1 引言

随着国家十三五规划的稳步推进,国家基础设施建设项目日益增多,工程所需碎石、砂等地材的需求量也相应大大增加。与之不匹配的是质量满足规范要求的河砂等地材资源日渐匮乏,同时出于环境保护的目的碎石加工等厂家也逐步减少,如何适应工程建设飞速发展与材料短缺之间的矛盾,本文以某在建高速公路利用隧道寒武系砂岩隧道洞渣,自加工碎石和机制砂作为低标号混凝土原材料,就如何保证混凝土性能和强度进行了系统的分析。

2 工程概况

某在建项目位于广西壮族自治区梧州市大瑶山腹地,交通条件落后,唯一进场道路为 X201 县道正在改扩建施工,施

工经常发生长时间封路,交通运输极其不便,碎石、砂等材料进场难度极大,导致施工过程中经常发生停工待料现象,严重影响施工进度。项目三条隧道开挖石方量共计约 100 万方,经查阅隧道设计地勘图纸,隧道地层岩性大部分为寒武系上亚群(ϵ_{sh3})砂岩。其中中风化~微风化砂岩占比约 60%,岩质较硬~坚硬,中~厚层构造,岩质较完整。

经过对寒武系砂岩隧道洞渣母材见证取样,对单轴饱水抗压强度指标进行外委检测,强度约 60~90MPa,满足加工碎石的相关规范要求。项目在适宜的位置设置碎石加工厂,碎石加工设备满足碎石相关规范要求以及施工生产对地材数量的需求。

3 主要解决的问题

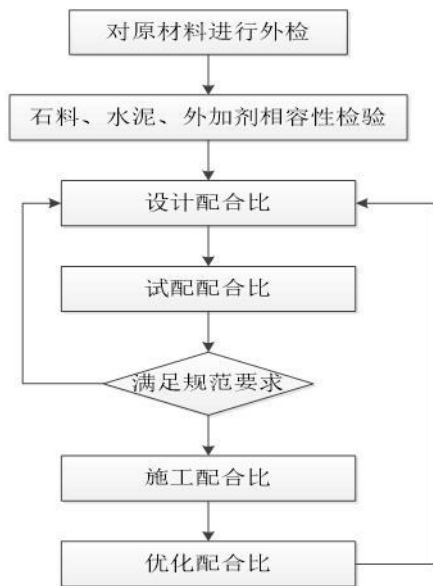
3.1 隧道喷射混凝土、仰拱填充、路基防护排水工程等 C30 以下结构物低标号混凝土所需碎石、砂地材材料的短缺

3.2 解决以砂岩洞渣为母材自加工地材,用于隧道喷射混凝土的技术难题

近几年,隧道初期支护中湿喷喷射混凝土已相当普遍。混凝土所需碎石、砂采用工程所在地满足规范要求材料进行加工而成,地材岩性不同,加工出的碎石和机制砂性能指标也不尽相同,混凝土原材料的差异导致喷射混凝土配合比的设计也不同。母材特性为寒武系砂岩,砂岩加工的机制砂以及碎石具有需水量大的典型特性,随着需水量的增加,使得强度受到很大影响,也因此给混凝土配合比的设计带来了很高的技术难度。配合比设计不仅要符合相关设计规范、技术标准,还要结合现场施工的实际要求,以保证混凝土的内在外在的质量、安全和耐久性。

4 混凝土配合比设计优化流程

以隧道初期支护 C25 喷射混凝土配合比设计优化为例,进行说明。



混凝土配合比设计优化流程图

5 主要技术原理

进行喷射混凝土配合比设计时,将配合比设计分为三个步骤,首先进行室内试验,然后通过喷大板试验验证强度、现场进行喷射试验验证混凝土施工的工作性与强度。

5.1 室内试验

首先对设计配合比所需要的所有原材料,进行了具有代表性的抽检,针对石料对于水泥的相容性进行了检验,同时

通过试验调整水泥与外加剂的适应性;然后根据相关配合比设计规范和技术要求进行初步的配合比设计,再根据经验来调整初步配合比使其即满足设计规范要求,同时为了便于现场的使用,通过反复的试验,调整使混凝土的坍落度与表观密度等指标满足实际要求,最后对调整完成的配合比进行强度复核试验,从而确定喷射混凝土的室内配合比。

5.2 喷大板试验

在确定了室内配合比后,为了使得该配合比在满足设计要求的同,又能达到更好的经济效益,节约资源。分别成型不同掺量的水胶比和外加剂掺量的喷射大板试件,通过观察其搅拌过程的和易性和力学性能指标来绘制水胶比及外加剂掺量对强度及施工和易性影响的线形图,从而取得最佳的水胶比和外加剂掺量的最佳配合比。

5.3 现场喷射试验

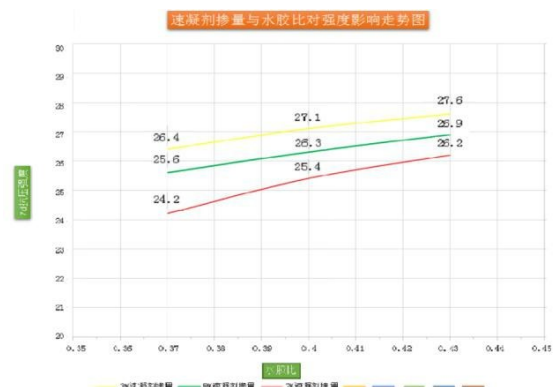
取得最佳配合比后,选择在临时建设或者非主体的边坡、排水、防护等部位进行调整施工配合比,通过现场实际施工条件反复调整从而最终获得粘结性好、易于泵送、回弹磨损率小的喷射混凝土配合比。

基准配合比

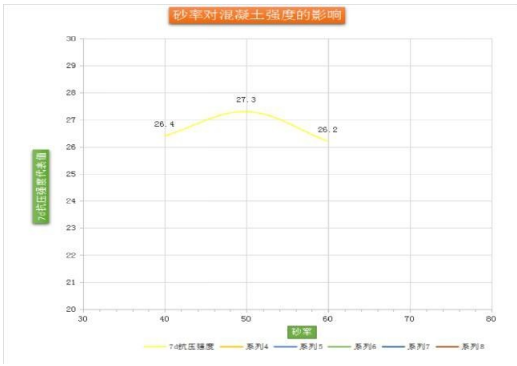
水泥:砂:碎石:水:减水剂:速凝剂

440:842:842:176:8.8:22

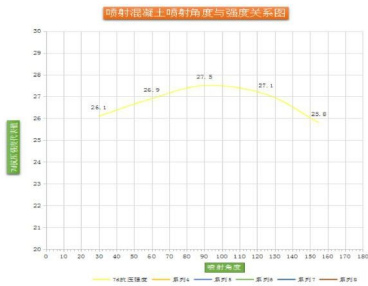
1:1.91:1.91:0.40:0.02:0.05



从上图中可以看出在不同的外加剂掺量下,水胶比与强度是也是成线性关系,水胶比越小强度值越高。根据经济性的要求以及工作经验和对耐久性的复核,最终选取 0.40 的水胶比作为最佳水胶比,其对应的水泥用量为最佳水泥用量。通过观察图表不难发现,在速凝剂掺量 $\leq 5\%$ 时,混凝土的强度会随着水胶比的增大而作缓缓的线性降低,在 7%掺量时,随着水胶比的增大,强度降低更为明显。根据图的走势可以看出速凝剂的掺量越低其强度越高,但是速凝剂掺量过低或导致凝结效果达不到要求,所以结合图表与实际工作经验,认为使用 0.40 作为配合比的水胶比时,在 5%速凝剂掺量下强度和性能均能满足要求。



按照基准配比不变,通过调整砂率发现,在 40%砂率下,混凝土流动性、包裹性很差,石子外露如果进行泵送很有可能发生堵管或者喷射完成后掉块等情况发生,砂率提升至 60%混凝土包裹性好,但是偏干,流动性偏差,调整至 50 后和易性为最佳,通过抗压强度试验绘制曲线也不难发现,适当的砂率不仅和易性好,其强度也随之提高。



利用现场实际喷射时制作喷射大板试件作为试验依据,以垂直 90°为基准,向左右以 30°、60°、90°、125°、155°角度喷射混凝土施工并制作喷射大板试块,经过切割打磨后测试其抗压强度代表值,并通过称量的方法测得其密度,发现在垂直喷射角度下制作的试件相对于其他角度制作的试件强度和密实度均为最佳,随着角度的增大强度和密实度呈线性降低。

6 创新点

①碎石以及机制砂的加工传统母材为石灰岩、花岗岩、玄武岩、辉绿岩等,通过对寒武系砂岩隧道洞渣自加工的碎石、机制砂拌和的凝土配合比设计方面进行技术研究,并不断持续改进,实现隧道砂岩洞渣在隧道实体工程低标号混凝土中的再利用,降低原材料成本。

②混凝土各项性能指标均符合相关规范要求,砂岩母材加工地材在实体工程中运用效果好。

7 应用效果及推广应用前景

7.1 经济效益:

类型	标号	水泥		砂		碎石		减水剂		费用合计
		每方用量 (kg)	单价 (元)	每方用量 (kg)	单价 (元)	每方用量 (kg)	单价 (元)	每方用量 (kg)	单价 (元)	
自产地材	C15砼	275.00	0.45	927.00	0.04	1047.00	0.04	5.50	3.39	221.35
	C20砼	300.00	0.45	897.00	0.04	1053.00	0.04	6.00	3.39	233.33
	C20喷射砼	444.00	0.45	886.00	0.04	884.00	0.04	8.88	3.39	300.69
	C25砼	343.00	0.45	868.00	0.04	1062.00	0.04	6.86	3.39	254.80
	C25喷射砼	460.00	0.45	1284.00	0.04	500.00	0.04	9.20	3.39	309.54
外购地材	C15砼	275.00	0.45	927.00	0.12	1047.00	0.12	5.50	3.39	369.40
	C20砼	300.00	0.45	897.00	0.12	1053.00	0.12	6.00	3.39	379.58
	C20喷射砼	444.00	0.45	886.00	0.12	884.00	0.12	8.88	3.39	433.44
	C25砼	343.00	0.45	868.00	0.12	1062.00	0.12	6.86	3.39	399.55
	C25喷射砼	460.00	0.45	1284.00	0.12	500.00	0.12	9.20	3.39	443.34

(下转第 12 页)