

混凝土掺加矿粉降本增效

赵琨 孙廷宝 苗俊文

定西祁连山水泥商砼有限公司

DOI: 10.12238/ems.v4i10.5724

[摘要] 粉煤灰、矿粉作为混凝土的掺和料, 并使其能够在混凝土中充分发挥优势互补的作用以提高混凝土的各方面基本性, 降低生产成本, 是混凝土生产企业适应时代发展, 满足市场竞争急需解决的首要问题。

[关键词] 粉煤灰混凝土; 矿粉混凝土; 生产成本; 耐久性

中图分类号: U231.7 **文献标识码:** A

Cost reduction and efficiency increase by adding mineral powder to concrete

Zhao Kun, Sun Tingbao, Miao Junwen

Dingxi Qilian Mountain Cement Commercial Concrete Co., Ltd

[Abstract] As the admixtures of concrete, fly ash and mineral powder can give full play to their complementary advantages in concrete to improve the fundamentals of concrete in all aspects and reduce production costs, which is the primary problem for concrete manufacturers to adapt to the development of the times and meet the urgent needs of market competition.

[Key words] fly ash concrete; Mineral powder concrete; production costs; Durability;

引言

随着现混凝土技术的发展, 混凝土除水泥、粗细集料及水外, 以磨细矿渣粉、粉煤灰等为代表的矿物掺合料已成为重要的掺合料, 混凝土发展趋势已成为组分多元化。矿渣粉也是目前商品混凝土企业广泛采用的原材料之。掺加矿物掺合料不但可以提高混凝土的和易性、流动性, 抗折强度等多项性能, 同时可以降低生产企业的材料成本提高生产效益。尤其是利用矿渣粉和粉煤灰等活性混合材相复合, 取代部分水泥。目前, 随着我国大型立磨粉技术的快速发展, 大量细度在400~450m/kg的粉得到了广泛应用, 矿粉替代水泥量达到10%以上。

现在, 众多商品混凝土公司大量使用矿粉, 但是由于单掺矿粉, 容易导致混凝土发黏板结, 而通过与粉煤灰复配, 可以改善混凝土的泵送性能, 同时降低了混凝土的生产成本, 并且通过次第水化和微集料效应, 还改善了混凝土的结构和耐久性。矿粉和粉煤灰双掺, 能够有效保证混凝土的强度和耐久性。

一、试验原材料情况

水泥使用定西祁连山水泥商砼有限公司生产的P.0 42.5级普通硅酸盐水泥, 主要性能指标见表1:

表1 水泥的主要物理性能

凝结时间/min		抗折强度/Mpa		抗压强度/Mpa		比表面积 m ² /Kg
初凝	终凝	3天	28天	3天	28天	
230	289	5.0	8.2	23.0	48.7	334

粉煤灰使用白银靖远热电厂的Ⅱ级粉煤灰, 其主要性能指标见表2:

表2 粉煤灰的主要性能

细度/%	烧矢量/%	蓄水量比/%	28天活性指数/%
22.3	5.32	97	78

粗骨料(石)使用定西地区进场的5-31.5mm的连续配碎石, 卵石使用定西地区进场的5-31.5mm的连续配卵石, 实验时碎石的比例为碎石: 卵石=5: 5, 其主要性能指标见表3:

表3 石子主要性能

粗骨料	含泥量/%	压碎值/%	针片状含量/%	表观密度Kg/m ³
碎石	0.2	9.7	6.4	2680
卵石	0.3	9.2	5.1	2700

4、细骨料(洗砂)使用定西地区的洗砂, 其主要性能指标见表4:

表4 洗砂的主要性能

细度模数	含泥量/%	泥块含量/%	表观密度Kg/m ³
3.0	2.7	0.3	2700

矿粉使用榆中鸿源建材有限公司的S95级矿粉,其性能指标见表5:

表5 矿粉的主要性能

28天活性指数/%	流动度比/%	比表面积m ² /Kg
91	98	435

6、减水剂使用大通鑫巩固公司配制的聚羧酸减水剂,推荐掺量为2.0%,减水率为28.9%。

表6 各混凝土配合比及其抗压强度、坍落度结果

强度等级	水泥	粉煤灰	矿粉	砂	石	减水剂	水	坍落度/mm		流动性
								初始	1小时	
C30	240	80	35	827	973	7.1	165	220	200	良好
C30	230	80	45	810	990	7.1	165	220	205	良好
C30	225	80	50	810	990	7.1	165	225	210	良好
C35	285	80	35	809	1031	7.9	165	220	200	良好
C35	280	80	40	809	1031	7.9	165	225	210	良好
C35	270	80	50	809	1031	7.9	165	225	210	良好
C40	325	70	35	758	1047	8.6	165	230	205	良好
C40	320	70	40	776	1029	8.6	165	225	210	良好
C40	310	70	50	776	1029	8.6	165	230	210	良好

强度等级	C30	C30	C30	C35	C35	C35	C40	C40	C40
7天强度 (MPa)	25.0	22.5	22.8	26.4	26.6	25.1	35.6	33.6	33.2
28天强度 (MPa)	37.3	36.8	36.3	41.9	41.0	39.4	48.6	47.6	47.4

3. 粉煤灰、矿粉双掺对混凝土工作性能的影响

(1) 单掺矿粉掺量的增加,矿粉容易出现泌水现象。这是由于矿粉颗粒可以填充在水泥颗粒之间,置换其间水分,随着掺量增加,矿粉会填充更多的空隙,从而置换出更多的水分出来,从而容易出现泌水现象。

(2) 单掺粉煤灰,随着掺量增加,混凝土具有较好充油性,粘聚性,这是由于粉煤灰中含有大量的球状玻璃珠,起到滚珠轴承的作用。

(3) 粉煤灰与矿粉的双掺技术比单掺矿粉或粉煤灰坍落度都明显增大,这主要是发挥了粉煤灰的形态效应,减少了拌合物的粘性,增大了流动性,减少了泵送阻力,实现了粉煤灰与矿粉的工作互补效应。

(4) 粉煤灰、矿粉双掺时混凝土的拌合性能状态最佳,无

二. 试验方法

1. 试验方法按照设计强度C30、C35、C40混凝土双掺粉煤灰、矿粉的不同用量设计3个配合比,每个配合比制作7天、28天2组试件,每组样品制作3个标准试块。记录抗压强度、坍落度和流动性。配合比设计参照JGJ55-2011并结合经验进行:拌合物坍落度测定根据 GB /T50080-2016进行;抗压强度测定根据 GB /T50081-2019进行。

2. 试验结果混凝土配合比设计及抗压强度、坍落度等见表 6。

论坍落度,扩展度,和易性都比单掺时要好,也最方便施工。

4. 粉煤灰、矿粉双掺对混凝土的力学性能影响

(1) 单掺粉煤灰时,混凝土早期强度较低,由于火山灰效应,后期强度增长较快。单掺粉煤灰或矿粉,混凝土早期强度随着掺量的增加而降低。这是由于水泥用量减少,早期水泥水化物减少而降低。

(2) 双掺技术比单掺3d强度和28d强度都要高。这是二者发挥了强度互补产生的叠加效应。

(3) 粉煤灰、矿粉双掺以各自最佳掺量时的混凝土力学性能最为理想,经济效益也比较好。

5. 粉煤灰、矿粉双掺对混凝土耐久性的影响

混凝土中加入矿粉或粉煤灰,有效地减少了水泥的水化热,降低了混凝土内的温度峰值,通缓了温度峰值出现的时

间，有利于避免或减少温度裂链，对混凝土的耐久性十分有利，特别是对大体积混凝土尤为重要。

对混凝土抗渗性能的影响。单掺和双掺矿粉和粉煤灰都能有效地提高混凝土的抗渗性，特别是双掺的混凝土抗渗性能可有效提高。改善了混凝土的微观结构，使水泥浆体的空隙率下降，提高了混凝土的密实度，同时与骨料界面的粘结力加强，从而提高了混凝土的抗渗性能。

对混凝土的抗冻性能的影响。混凝土的抗冻性是混凝土耐久性的一个重要指标，根据相关试验研究，单掺粉煤灰混凝土的抗冻性下降，矿粉和粉煤灰双掺，混凝土中水泥和矿粉起上主导作用，混凝土抗冻性能提高。矿粉和粉煤灰双掺时应注意的问题

(1)双掺矿粉和粉煤灰混凝土在搅拌过程中要延长搅拌时间。

(2)混凝土对养护要求非常严格，所以，在使用混凝土的时候，一定要加强与施工人员的沟通，保证混凝土养护条

件的符合。在双掺加矿粉与粉煤灰的时候，一定要重视养护问题，只有进行充分的养护工作，才可以保证掺合料作用的全面发挥。所以，在混凝土早期中，一定要注意保湿、保温措施的实施，避免混凝土后期强度不足。

(3)夏季施工对双掺矿粉和粉煤灰混凝土强度增长有利，但应注意混凝土表面保湿。冬季施工由于气温较低，混凝土强度增长缓慢，应适当降低矿粉和粉煤灰的掺量。

(4)生产控制过程中，一定要注意粉煤灰和矿粉活性、烧失量的指标的变化，如果掺合料变的较差时，就适当减少掺量，以减少带来的不利影响。

成本核算

混凝土配合比，均能满足施工要求，达到了用矿粉等量取代法来置换相同的水泥用量的目的，有效降低了生产成本。(我公司水泥自转平均价格为252元/吨，粉煤灰价格为115元/吨，矿粉价格为170元/吨)其胶凝材料降低成本对比如表7。

表7 胶凝材料降低成本对比

物料名称 配合比	水泥	粉煤灰	矿粉	单方胶凝材料成本元/m ³	同比降低元/m ³
C30基准 (Kg/ m ³)	275	80	/	78.5	
C30试验 (Kg/ m ³)	240	80	35	75.7	-2.8
C30试验 (Kg/ m ³)	230	80	45	74.9	-3.6
C30试验 (Kg/ m ³)	225	80	50	74.4	-4.1
C35基准 (Kg/ m ³)	320	80	/	89.8	
C35试验 (Kg/ m ³)	285	80	35	87.0	-2.8
C35试验 (Kg/ m ³)	280	80	40	86.6	-3.2
C35试验 (Kg/ m ³)	270	80	50	85.7	-4.1
C40基准 (Kg/ m ³)	360	70	/	98.8	
C40试验 (Kg/ m ³)	325	70	35	96.0	-2.8
C40试验 (Kg/ m ³)	320	70	40	95.5	-3.3
C40试验 (Kg/ m ³)	310	70	50	84.7	-4.1

结论

1. 在共同掺入粉煤灰和矿粉的情况下，保证混凝土的早期和后期强度，粉煤灰和矿粉的综合效应，混凝土结构致密，混凝土耐久性提高。

2. 粉煤灰和矿粉双掺能使混凝土坍落度经时损失有所改善，提高了混凝土的可泵性和易性。

3. 混凝土双掺技术既降低了成本又提高了混凝土的质量，具有良好的综合效益。

4. 通过试验验证及成本核算，混凝土拌和物性能满足施工要求，强度符合设计要求，C30成本降低2.8、3.6、4.1元/m³；

C35成本降低2.8、3.2、4.1元/m³；C40成本降低2.8、3.3、4.1元/m³，达到了降本增效的目的。

【参考文献】

[1] 钜尾矿制备泡沫混凝土的研究[D]. 杨建. 河北工程大学 2017
 [2] 钨尾矿加气混凝土的制备及性能研究[D]. 章未琴. 南昌大学 2012
 [3] 磷尾矿加气混凝土的制备及其性能分析[D]. 李杰. 武汉理工大学 2011